Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!
Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.



Справочная энциклопедия дорожника

II
том

Ремонт и содержание автомобильных дорог

Под редакцией заслуженного
деятеля науки и техники РСФСР,
д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева

МОСКВА 2004

Содержание

Введение

РАЗДЕЛ I УСЛОВИЯ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ

ГЛАВА 1. Влияние развития и состояния дорожной сети на работу автомобильного транспорта

1.1. Тенденции развития автомобильного транспорта и характеристик автомобилей, влияющих на требования к состоянию дорог

1.2. Темпы развития и структура дорожной сети

1.3. Общие требования к техническому уровню и эксплуатационному состоянию автомобильных дорог

1.4. Состояние дорожной сети и его влияние на работу автомобильного транспорта

1.5. Состояние дорог и безопасность движения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ГЛАВА 2. Роль дорожной службы в управлении состоянием автомобильных дорог

2.1. Общие требования и принципы управления состоянием автомобильных дорог

2.2. Основные задачи и функции дорожно-эксплуатационной службы

2.3. Принципы организации дорожной службы и ее производственные подразделения

ГЛАВА 3. Требования к транспортно-эксплуатационному состоянию автомобильных дорог

3.1. Общие положения. Основные показатели оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог

3.2. Требования к обеспечению основных потребительских свойств автомобильных дорог

3.3. Требования к техническим параметрам и характеристикам дорог

3.4. Допустимые габариты, осевая нагрузка и общая масса автомобилей

РАЗДЕЛ II ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ДОРОГ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

ГЛАВА 4. Воздействие автомобилей и природных факторов на дорогу и условия движения

4.1. Взаимодействие автомобиля и дороги

4.2. Воздействие автомобильных нагрузок на дорожные одежды

4.3. Влияние климата и погоды на состояние дорог и условия движения автомобилей

4.4. Районирование территории по условиям движения на дорогах

4.5. Воздействие природных факторов на дорогу

4.6. Водно-тепловой режим земляного полотна в процессе эксплуатации дорог и его влияние на условия работы дорожных одежд

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

4.7. Пучины на автомобильных дорогах и причины их образования.

ГЛАВА 5. Процесс развития и причины возникновения деформаций и разрушений автомобильных дорог

5.1. Общие закономерности изменений состояния дорог в процессе эксплуатации и их основные причины

5.2. Условия нагружения и основные причины возникновения деформаций земляного полотна

5.3. Основные причины возникновения деформаций дорожных одежд и покрытий

5.4. Причины образования трещин и ямочности и их влияние на состояние дорожной одежды

5.5. Условия образования колей и их влияние на движение автомобилей.

ГЛАВА 6. Виды деформаций и разрушений автомобильных дорог в процессе эксплуатации

6.1. Деформации и разрушения земляного полотна и водоотвода

6.2. Деформации и разрушения нежестких дорожных одежд

6.3. Деформации и разрушения цементобетонных покрытий

6.4. Износ дорожных покрытий и его причины

ГЛАВА 7. Закономерности изменения основных транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог

7.1. Общий характер изменения прочности дорожных одежд в процессе эксплуатации

7.2. Динамика изменения ровности дорожных покрытий в зависимости от начальной ровности и грузонапряжённости

7.3. Шероховатость и сцепные качества дорожных покрытий

7.4. Работоспособность и критерии назначения ремонтных работ

РАЗДЕЛ III МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ГЛАВА 8. Методы определения транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог

8.1. Потребительские свойства как основные показатели состояния дороги

8.2. Скорость движения и методы её определения

8.3. Влияние параметров и состояния дороги на скорость движения автомобилей

8.4. Оценка влияния климатических факторов на скорость движения

8.5. Пропускная способность и уровни загрузки дороги движением

8.6. Оценка влияния дорожных условий на безопасность движения

8.7. Методы выявления участков концентрации дорожно-транспортных происшествий

ГЛАВА 9. Методы оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог

9.1. Классификации методов оценки состояния дорог

9.2. Определение фактической категории существующей дороги

9.3. Методы визуальной оценки состояния дорог

9.4. Методы оценки состояния дорог по техническим параметрам и физическим характеристикам и комбинированные методы

9.5. Методика комплексной оценки качества и состояния дорог по их потребительским свойствам

ГЛАВА 10. Диагностика как основа оценки состояния дорог и планирования ремонтных работ

10.1. Цель и задачи диагностики автомобильных дорог. Организация работ по диагностике

10.2. Измерение параметров геометрических элементов дорог

10.3. Измерение прочности дорожных одежд

10.4. Измерение продольной и поперечной ровности дорожных покрытий

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

10.5. Измерение шероховатости и сцепных качеств покрытий

10.6. Определение состояния земляного полотна

РАЗДЕЛ IV СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ ДОРОГ И ИХ ПЛАНИРОВАНИЕ

ГЛАВА 11. Классификация и планирование работ по содержанию и ремонту дорог

11.1. Основные принципы классификации работ по ремонту и содержанию

11.2. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования

11.3. Межремонтные сроки службы дорожных одежд и покрытий

11.4. Особенности планирования работ по содержанию и ремонту дорог

11.5. Планирование дорожно-ремонтных работ на основе результатов диагностики

11.6. Планирование ремонтных работ с учётом условий их финансирования и использованием программы технико-экономического анализа

ГЛАВА 12. Мероприятия по организации и обеспечению безопасности движения на дорогах

12.1. Методы организации и обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах

12.2. Обеспечение ровности и шероховатости дорожных покрытий

12.3. Совершенствование геометрических параметров и характеристик дорог для повышения безопасности движения

12.4. Обеспечение безопасности движения на пересечениях и на участках дорог в населённых пунктах. Освещение автомобильных дорог

12.5. Организация и обеспечение безопасности движения в сложных погодных условиях

12.6. Оценка эффективности мероприятий по повышению безопасности движения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

РАЗДЕЛ V ТЕХНОЛОГИЯ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Глава 13. Содержание дорог весной, летом и осенью

13.1. Содержание земляного полотна и полосы отвода

13.2 Содержание дорожных одежд

13.3. Ремонт трещин асфальтобетонных покрытий

13.4. Ямочный ремонт покрытий из асфальтобетона и битумоминеральных материалов. Основные способы ямочного ремонта и технологические операции

13.5. Обеспыливание дорог

13.6. Элементы обустройства дорог, средства организации и обеспечения безопасности движения, их содержание и ремонт

13.7. Особенности содержания дорог в горной местности

13.8. Борьба с песчаными заносами

ГЛАВА 14. Озеленение автомобильных дорог

14.1. Классификация видов озеленения автомобильных дорог

14.2. Снегозащитные лесонасаждения

14.3. Принципы назначения и улучшения основных показателей снегозадерживающих лесонасаждений

14.4. Противоэрозионное и шумо-газо-пылезащитное озеленение

14.5. Декоративное озеленение

14.6. Технология создания и уход за снегозащитными лесонасаждениями

ГЛАВА 15. Зимнее содержание дорог

15.1. Условия движения по автомобильным дорогам зимой и требования к их содержанию

15.2. Снегопринос и снегозаносимость дорог. Районирование территории по трудности снегоборьбы на автомобильных дорогах

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

15.3. Защита дорог от снежных заносов

15.4. Очистка дорог от снега

15.5. Борьба с зимней скользкостью

15.6. Наледи и борьба с ними

РАЗДЕЛ VI. ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ГЛАВА 16. Ремонт земляного полотна и системы водоотвода

16.1. Основные виды работ, выполняемых при капитальном ремонте и ремонте земляного полотна и системы водоотвода

16.2. Подготовительные работы к ремонту земляного полотна и водоотвода

16.3. Ремонт обочин и откосов земляного полотна

16.4. Ремонт системы водоотвода

16.5. Ремонт пучинистых участков

16.6. Уширение земляного полотна и исправление продольного профиля

ГЛАВА 17. Ремонт покрытий и дорожных одежд

17.1. Последовательность работ при ремонте дорожных одежд и покрытий

17.2. Устройство слоев износа, защитных и шероховатых слоев

17.3. Регенерация покрытий и нежёстких дорожных одежд

17.4. Содержание и ремонт цементобетонных покрытий

17.5. Ремонт гравийных и щебёночных покрытий

17.6. Усиление и уширение дорожных одежд

ГЛАВА 18. Ликвидация колей на автомобильных дорогах

18.1. Оценка характера и выявление причин колееобразования

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

18.2. Расчёт и прогнозирование глубины колеи и динамики её развития

18.3. Классификация методов борьбы с колееобразованием на автомобильных дорогах

18.4. Ликвидация колей без устранения или с частичным устранением причин колееобразования

18.5. Методы ликвидации колей с устранением причин колееобразования

18.6. Мероприятия по предупреждению образования колей

ГЛАВА 19. Машины и оборудование для содержания и ремонта автомобильных дорог

19.1. Машины для содержания автомобильных дорог в летний период

19.2. Машины для зимнего содержания дорог и комбинированные машины

19.3. Машины и оборудование для ремонта автомобильных дорог

19.4. Машины для разметки покрытий

РАЗДЕЛ VII ОРГАНИЗАЦИОННОЕ И ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ГЛАВА 20. Сохранность дорог в процессе эксплуатации

20.1. Обеспечение сохранности автомобильных дорог

20.2. Порядок сезонного ограничения движения

20.3. Порядок пропуска негабаритных и тяжеловесных грузов

20.4. Весовой контроль на автомобильных дорогах

20.5. Ограждение мест производства дорожных работ и организация движения

ГЛАВА 21. Технический учёт, паспортизация и инвентаризация автомобильных дорог

21.1. Порядок технического учёта, инвентаризации и паспортизации автомобильных дорог

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

21.2. Учёт движения на автомобильных дорогах

21.3. Автоматизированные банки дорожных данных

ГЛАВА 22. Организация и финансирование работ по содержанию и ремонту дорог

22.1. Особенности и задачи организации работ по содержанию и ремонту дорог

22.2. Проектирование организации работ по содержанию дорог

22.3. Проектирование организации ремонта дорог

22.4. Методы оптимизации проектных решений по содержанию и ремонту дорог

22.5. Финансирование работ по ремонту и содержанию дорог

ГЛАВА 23. Оценка эффективности проектов ремонта дорог

23.1. Принципы и показатели оценки эффективности

23.2. Формы общественной эффективности инвестиций в ремонт дорог

23.3. Учёт неопределённости и риска при оценке эффективности ремонта дорог

ГЛАВА 24. Планирование и анализ производственно-финансовой деятельности дорожных организаций по содержанию и ремонту автомобильных дорог

24.1. Виды, основные задачи и нормативная база планирования

24.2. Содержание и порядок разработки основных разделов годового плана деятельности дорожных организаций

24.3. Экономический анализ деятельности дорожных организаций

Список литературы

В настоящем II томе СЭД «Ремонт и содержание автомобильных дорог» изложены условия работы автомобильных дорог под воздействием автомобильного транспорта и природно-климатических факторов. Описаны методы диагностики и оценки состояния дорог, а также назначения и планирования ремонтных мероприятий, дана классификация и состав работ по ремонту и содержанию дорог. Приведено описание технологий, применяемых материалов, средств механизации

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

работ и организации работ по ремонту и содержанию дорог и обеспечению безопасности дорожного движения.

Предлагаемый материал предназначен для инженерно-технических работников и специалистов дорожного хозяйства, научных работников, преподавателей и студентов автодорожных вузов, техникумов и колледжей.

Коллектив авторов: Л.П. Васильев - введение, §1.1 - 1.4; 2.2, 2.3; 3.1-3.3; 4.1-4.4; гл. 5; §6.2-6.4; 7.3; 8.1-8.6; гл. 9; §10.1-10.5; 11.1, 11.2, 11.4; 12.1 - 12.5; 13.1...13.4; 13.8; гл. 14; гл. 15; §16.1, 16.2, 16.4, 16.6; 17.1-17.3, 17.6; гл. 18; §21.2; В.К. Апестин - §3.4; 7.1, 7.2. 7.4; 11.3, 11.5, 11.6; 20.2, 20.3: В.И. Баловнев - гл. 19; В.Д. Белов-§13.6; Н.В. Борисюк - §15.4, 15.5; С.Н. Жилин - §10.1, 21.1; М.Г. Горячев-§9.5; 10.4; Р.Г. Данилов - гл. 19; Э.В. Дингес - гл. 22, 23, 24; М.С. Коганзон - гл. 2; §4.2, 4.5, 4.6; 17.6; 20.5; Г.А. Копылов §10.2, 13.1, 13.2, 13.5; 14.5, 14.6; 17.5; 21.2; М.В. Немчинов - §7.3; 10.4, 10.5; 12.2; 17.2; Ю.Р. Перков - §6.1; 13.6; 16.3-16.5; А.М. Стрижевский - §10.1; 20.1, 20.4; 21.3; В.В. Чванов - §1.5; 8.7; 12.6; В.В. Ушаков - §6.3; 13.7, 13.8; 17.4; Ю.М. Яковлев - §10.3, 18.2.

Разделы, подготовленные совместно, повторены у каждого соавтора.

Рецензенты:

Дирекция «Дороги России»;

Федеральное управление автомобильных дорог «Центральная Россия»;

Ростовский научно-исследовательский институт проблем дорожно-транспортного комплекса «Дортранснии».

Координатор проекта ФГУП "ИНФОРМАВТОДОР"

Руководитель проекта Д. Г. Мепуришвили

Ответственный исполнитель по координации работ И.Н. Фролова

Введение

Автомобильные дороги представляют собой комплекс инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения круглогодичного, непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной нагрузкой и установленными скоростями в любое время года и в любых условиях погоды. В состав этого комплекса входят земляное полотно, дорожная одежда, мосты, трубы и другие искусственные сооружения, обустройство дорог и защитные дорожные сооружения, здания и сооружения дорожных и автотранспортных служб.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Параметры и состояние всех элементов дороги и дорожных сооружений определяют технический уровень и эксплуатационное состояние дороги.

К основным транспортно-эксплуатационным показателям автомобильных дорог и дорожных сооружений относят обеспеченную скорость и пропускную способность, непрерывность, удобство и безопасность движения, способность пропускать автомобили и автопоезда с осевой нагрузкой и общей массой, соответствующими категории дороги.

На автомобильных дорогах общего пользования организуется дорожная служба, основной задачей которой является осуществление комплекса работ и мероприятий по ремонту и содержанию дорог и сооружений на них и организации движения, обеспечивающих требования к транспортно-эксплуатационным показателям дорог.

Для обозначения указанной деятельности применяют не вполне корректный термин «эксплуатация дорог», а также «дорожно-эксплуатационная служба». Фактически дорожная служба не эксплуатирует дорогу. Она ее содержит, ремонтирует, обустраивает и организует движение транспортных потоков, т.е. обеспечивает функционирование дороги как транспортного сооружения. Эксплуатируют дороги автотранспортные предприятия и владельцы транспортных средств. Используют (эксплуатируют) многие дорожные сооружения участники движения - водители, пассажиры и пешеходы. Поэтому в общем виде под эксплуатацией автомобильных дорог понимают целесообразное и эффективное использование дорог автомобильным транспортом для перевозки грузов и пассажиров. Применительно к дорожной отрасли более правильным будет термин «техническая эксплуатация дорог и организация движения», под которым следует понимать систему планово-предупредительных и ремонтно-восстановительных работ, а также организационно-технических мероприятий, обеспечивающих удобное и безопасное движение автомобилей и наиболее эффективное использование дорог для перевозки грузов и пассажиров.

В состав работ по содержанию и ремонту дорог входит изучение и анализ условий работы дороги и условий движения транспорта на ней; постоянный уход за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, поддержание их в чистоте и порядке; регулярные работы по содержанию дороги и периодические более крупные ремонты дорог и дорожных сооружений, озеленение, архитектурно-эстетическое оформление и обустройство дорог; разработка и реализация мероприятий по повышению технического уровня и эксплуатационного состояния дороги и приведению их в соответствие с возрастающими требованиями движения; организация, управление и регулирование движения, обеспечение его безопасности, совершенствование службы сервиса на дороге.

Опыт показывает, что экономическая отдача средств, вложенных в ремонт и содержание дорог, в два-три раза превышает экономический эффект от каждого рубля, вложенного в строительство новых дорог. Поэтому необходимо объективно

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

оценивать важность и социально-экономическую значимость работ по содержанию и ремонту существующих дорог. Состояние дорожной сети России таково, что задача повышения транспортно-эксплуатационных характеристик существующих дорог, приведения их в соответствие с требованиями движения и дальнейшего совершенствования становится в большинстве регионов страны более важной, чем строительство новых дорог.

В современных условиях центр тяжести деятельности дорожных организаций постепенно и неуклонно переходит от строительства новых дорог к преимущественному сохранению, поддержанию и повышению технического уровня и эксплуатационного состояния существующих автомобильных дорог методами содержания, ремонта и реконструкции. Главной стала задача повышения капитальности дорожных одежд, обеспечения высокой скорости, удобства и безопасности движения, инженерного оборудования и обустройства дорог, архитектурно-эстетического оформления и другие задачи, составляющие комплекс эксплуатационного обеспечения функционирования дорог.

Это объективная закономерность, которая проявляется все более и более значительно. Ежегодный прирост сети дорог общего пользования с твердым покрытием за счет нового строительства и реконструкции составляет 0,5-0,8 %, а за пятилетний срок около 3 % от общей протяженности этих дорог. С учетом перевода в сеть общего пользования сельских дорог этот прирост составляет около 3 % в год для всех дорог. Следовательно, более 97 % всех автомобильных перевозок осуществляется и будет осуществляться по старым дорогам, от состояния которых в первую очередь зависит эффективность работы автомобильного транспорта. По их состоянию судят о деятельности дорожной отрасли миллионы людей, пользующихся дорогами. Новые дороги сразу после ввода также нуждаются в постоянном эксплуатационном уходе и содержании.

Автомобильные дороги являются важнейшим звеном транспортной системы страны, без которого не может функционировать ни одна отрасль народного хозяйства. Уровень развития и техническое состояние дорожной сети существенно и многообразно влияют на экономическое и социальное развитие как страны в целом, так и отдельных регионов.

Экономическая реформа, перемены в социально-политическом устройстве Российской Федерации существенно повышают требования к надежности и эффективности работы сети автомобильных дорог. Децентрализация экономики, системы управления, материально-технического обеспечения, снабжения населения потребительскими товарами привела к образованию большого числа предприятий и фирм, нуждающихся в бесперебойной доставке грузов без промежуточных перевалок и централизованного складирования по схеме «от двери до двери».

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Расширение самостоятельности регионов, развитие международной торговли существенно увеличили количество прямых транспортных связей между регионами, а также с зарубежными странами, портами, рекреационными районами. Быстрое развитие происходит в сфере торговли, обслуживания и связанных с ними отраслей, которые в силу своей специфики тяготеют к автомобильному транспорту.

Изменяется и схема расселения жителей Российской Федерации, особенно вблизи крупных и крупнейших административных и промышленных центров. С началом экономической реформы в малых городах и сельских районах высвободились значительные трудовые ресурсы, которые, не находя применения в местах проживания, устремились в крупные и крупнейшие административные и промышленные центры. Однако в крупных городах возможности покупки или строительства собственного жилья ограничены большими ценами и отсутствием свободных территорий. В связи с этим в пригородных зонах ускоренно увеличивается численность населения, работающего и в целом тяготеющего к соседнему крупному городу. Все больше проявляется стремление людей приблизить свое жилье к природе, к экологически чистым рекреационным районам. Это привело к значительным размерам строительства загородных домов и дач, вследствие чего зона загородного жилого строительства вокруг крупных городов постоянно расширяется. При этом застроенные территории и поселки располагаются, в первую очередь, вдоль магистральных дорог, обеспечивающих быструю связь с местами работы, учреждениями образования, культуры, здравоохранения и т.д. Изменился и характер поездок в пригородных зонах. Если в прошлые годы эти поездки носили в основном сезонный характер, а пиковые нагрузки на дороги приходились на выходные дни в летний период, то сейчас имеют место ежедневные пиковые периоды в утренние и вечерние часы в течение всего года, которые еще более увеличиваются в выходные дни. В результате этих изменений автомобильные дороги в пригородных зонах крупных городов испытывают большие перегрузки и требуют повышенного внимания к содержанию, своевременному ремонту и реконструкции.

Существенное влияние на состояние дорог и условия движения автомобилей оказывают природно-климатические условия. Для территории России это имеет особое значение, поскольку на ее огромном пространстве имеются самые разные климатические зоны: от субтропической до антарктической.

Автомобильные дороги предназначены для удовлетворения потребностей общества и государства в автомобильных перевозках и должны обладать высокими потребительскими свойствами, к которым относятся: обеспеченная дорогой скорость, непрерывность, удобство и безопасность движения, пропускная способность и уровень загрузки движением, способность пропускать автомобили и автопоезда с заданными габаритами, осевыми нагрузками и грузоподъемностью (общей массой), а также эстетичность и экологическая безопасность.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

От потребительских свойств дорог непосредственно зависят все основные технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта, такие как производительность автомобилей, расход топлива, износ шин, затраты на обслуживание и ремонт, себестоимость перевозок и др. Поэтому количественные значения требований к потребительским свойствам дорог прямо связаны с основными параметрами и характеристиками автомобилей, допущенных к движению по дорогам общего пользования. К таковым параметрам и характеристикам относятся габаритные размеры, осевые нагрузки и общая масса автомобилей, их динамические характеристики, свойства тормозных систем, подвесок, шин, рулевого управления, электронных устройств управления и торможения и др. В свою очередь, потребительские свойства автомобильных дорог определяются сочетанием их параметров и характеристик, инженерного оборудования и обустройства с высоким уровнем эксплуатационного содержания.

В течение длительного времени темпы роста объемов автомобильных перевозок, выпуска грузовых и легковых автомобилей опережали темпы роста протяженности дорог с твердым покрытием, что привело к нарастанию интенсивности движения на дорогах. Весьма существенным является то, что значительная часть протяженности существующих дорог имеет тонкослойную дорожную одежду, способную пропускать в расчетный период автомобили с осевой нагрузкой не более 60 кН, в то время как автомобильная промышленность выпускает почти все грузовые автомобили и автобусы с параметрами выше расчетных для этой части дорог.

Рост интенсивности движения и особенно доли в ней большегрузных автомобилей, автопоездов и автобусов привело к существенному возрастанию изнашивающего и разрушающего воздействия автомобилей на дорогу, следствием чего является рост потребности в ремонтно-восстановительных дорожных работах, увеличение их объемов. Эта тенденция в ближайшей перспективе будет неизбежно нарастать, чтобы обеспечить работоспособность существующих автомобильных дорог.

Дорожные организации выполняют большой объем работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог, организации и обеспечению безопасности движения. Ежегодно в России ремонтируется около 30 тыс. км дорог, а расходы на эти цели возрастают на 20-30 %.

Указанные объемы работ позволяют сохранить существующую сеть дорог от разрушения, но явно недостаточны для приведения транспортно-эксплуатационного состояния дорог в соответствие с нормативными требованиями. Чтобы решить эту задачу, ежегодные объемы работ по ремонту и содержанию необходимо увеличить в 1,5-2 раза и более.

Созданная дорожная сеть - это национальное богатство страны, и она заслуживает к себе отношения именно как к национальному богатству, которое

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

нужно беречь, преумножать и эффективно использовать. Этому посвящена вся деятельность дорожных организаций по ремонту и содержанию дорог.

Научные основы эксплуатации автомобильных дорог, их ремонта и содержания заложены в трудах профессоров Г.Д. Дубелира и А.К. Бируля. Развитию этих основ посвящены работы профессоров Н.Н. Иванова, В.Ф. Бабкова, А.П. Васильева, И.И. Леоновича, В.М. Сиденко. В.К. Некрасова, Н.А. Пузакова. А.Я. Калужского, М.Б. Корсунского, К.С. Теренецкого, А.Я. Тулаева, Ю.М. Яковлева, И.А. Золотаря. А.В. Смирнова, М.В. Немчинова, О.А. Красикова, Ю.В. Слободчикова, Т.В. Самодуровой, А.И. Ярмолинского, а также кандидатов технических наук Г.В. Бялобжеского, М.Я. Телегина, Н.И. Иголкина, Е.И. Попова, А.А. Кунгурцева и др. Научные основы организации и обеспечения безопасности дорожного движения созданы трудами профессоров В.Ф. Бабкова, М.С. Замахаева, В.Н. Иванова, А.Я. Калужского, Г.И. Ктинковштейна, Я.В. Хомяка, а также А.П. Васильева, Е.М. Лобанова, В.В. Сильянова и др.

Основная цель данного тома справочной энциклопедии дорожника - помочь работникам дорожных организаций правильно оценивать технический уровень и эксплуатационное состояние дорог, назначать и осуществлять наиболее эффективные мероприятия по ремонту, содержанию, инженерному оборудованию и обустройству, а также организации и обеспечению безопасности движения.

РАЗДЕЛ I
УСЛОВИЯ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ

ГЛАВА 1. Влияние развития и состояния дорожной сети на работу автомобильного транспорта

1.1. Тенденции развития автомобильного транспорта и характеристик автомобилей, влияющих на требования к состоянию дорог

В единой транспортной системе страны значительное место принадлежит автомобильному транспорту, который по объему перевозимых грузов в несколько раз превышает работу всех остальных видов транспорта, вместе взятых. В то же время в общем грузообороте транспортной системы доля автомобильного транспорта значительно меньше и составляет около 50 % всей транспортной

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

работы. Это объясняется тем, что средняя дальность перевозок автомобильным транспортом в несколько раз меньше, чем другими видами транспорта (железнодорожным, морским, воздушным и др.).

Для успешного функционирования автомобильно-дорожной системы, т.е. автомобильного транспорта и автомобильных дорог, необходимо, чтобы параметры и характеристики автомобильных дорог удовлетворяли требованиям движения автомобилей, а основные параметры и характеристики автомобилей соответствовали тем, на которые рассчитаны эксплуатируемые дороги.

Существуют определенные требования к автомобилям со стороны автомобильных дорог, которые необходимо соблюдать, чтобы не перестраивать сеть автомобильных дорог под каждое новое поколение автомобилей. Это прежде всего требования к динамическим свойствам и габаритам автомобилей, их осевой нагрузке, общей массе и ряду других характеристик. Выдержать эти соотношения трудно, поскольку автомобильные дороги эксплуатируются многие десятилетия, происходит смена нескольких поколений автомобилей, каждое из которых предъявляет более высокие требования к автомобильным дорогам, что ведет к их непрерывному совершенствованию.

Чтобы заранее прогнозировать возможные изменения состояния дорог и требования к ним со стороны пользователей, необходимо систематически анализировать тенденции количественного и качественного развития автомобильного транспорта. На этой основе должна разрабатываться техническая политика в эксплуатации автомобильных дорог, их ремонта и содержания.

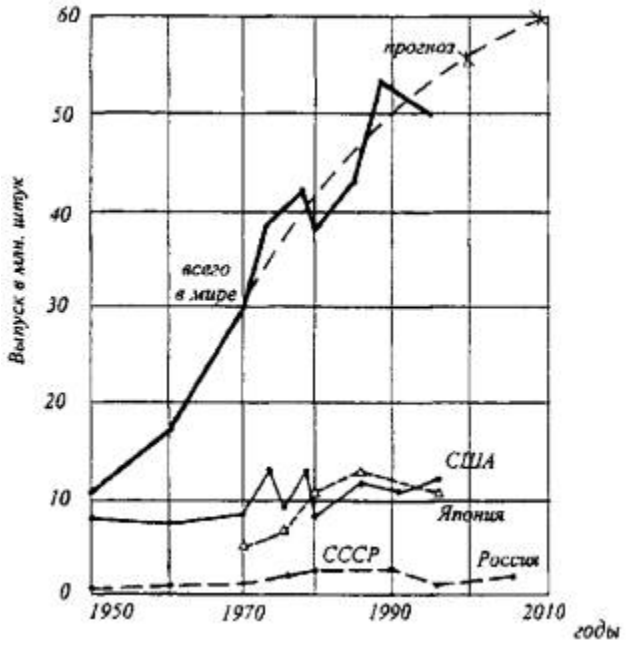


Рис. 1.1. Среднегодовой выпуск автомобилей в разных странах

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Выпуск автомобилей во всем мире составил в 1990 г. 52 млн. единиц; в 2000 г. около 55 млн., а в 2010 г. ожидается более 60 млн. единиц (рис. 1.1). Соответственно растет и степень насыщения потребностей населения автомобилями. В США и Западной Европе начиная с 1950 г. количество автомобилей на 1000 жителей за каждые 10 лет возрастает на 100 единиц, и к настоящему времени достигает в США 810 автомобилей на 1000 жителей, а в Западной Европе - 560 автомобилей на 1000 жителей. По расчетам специалистов, потолок насыщения в США составляет 850, а в Западной Европе - 750 автомобилей на 1000 жителей.

Выпуск автомобилей в СССР достиг своего максимума в 1980 г. и составил 2.2 млн. в год. Из них 1,3 млн. легковых. 790 тыс. грузовых и 85 тыс. автобусов. В 1990 г. было выпушено чуть более 2 млн. автомобилей, а затем наступило обвальное сокращение выпуска. В 1995 г. в России было выпущено около 1 млн. автомобилей, в 2000 г. около 1,2 млн., в 2005 г. ожидается около 1,9 млн.. из них 1,6 млн. легковых, 240 тыс. грузовых, 60 тыс. автобусов.

Парк автомобилей в России за 20 лет с 1976 г. по 1996 г. вырос в 2 раза и составил около 20,6 млн. единиц. В 1999 г. в России уже было около 20 млн. легковых автомобилей и 4,3 млн. грузовых, причем более 600 тыс. легковых автомобилей было получено из дальнего зарубежья (рис. 1.2). Таким образом, на 1000 жителей России приходится более 150 автомобилей.

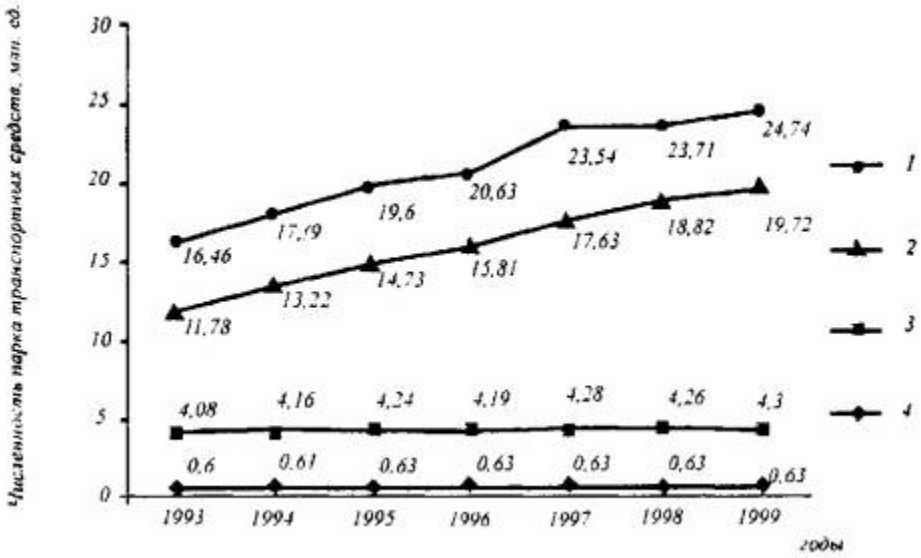


Рис. 1.2. Изменение численности парка транспортных средств в Российской Федерации:
1 - общее количество транспортных средств; 2 - количество легковых автомобилей; 3 - количество грузовых автомобилей; 4 - количество автобусов

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Предполагается, что в 2005 г. в России парк легковых автомобилей составит 24-26 млн. штук, грузовых - 4,0-4,2 млн. штук, автобусов - 250 тыс. штук, т.е. на каждые 1000 жителей будет приходится более 200 автомобилей. Ожидается, что в ближайшие 10 лет количество автомобилей в России возрастет в 1,6-1,8 раза. Таким образом, по темпам насыщения автомобилями Россия приближается к передовым странам мира.

Такова перспектива количественного уровня автомобилизации России, из которой следует исходить, планируя развитие дорожной сети, уровень загрузки дорог движением и техническую политику в области ремонта и содержания дорог, организации и безопасности движения. Не менее важно учитывать и тенденции качественного развития автомобилей, и прежде всего параметров и систем, оказывающих влияние на требование к параметрам и транспортно-эксплуатационному состоянию дорог.

Классификация автомобилей. По автомобильным дорогам общего пользования движутся грузовые и легковые автомобили, а также автобусы, которые делятся на классы, причем для каждого вида автомобиля приняты различные характеристики для отнесения к тому или иному классу (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Характеристика	Класс автомобиля				
	Особо малый	Малый	Средний	Большой	Особо большой
Литраж двигателя (легкового автомобиля), л	До 1,1	1,1-1,8	1,8-3,5	Св. 3,5	Не регламентируется
Габаритная длина (автобуса), м	До 5,5	6-7,5	8,5-10	11-12	16,5-18
Грузоподъемность (грузового автомобиля), т	До 0,5	0,5-2	2-5	5-15	Свыше 15

В СССР развитие автомобилестроения шло, начиная с 1942 г., с использованием перспективных типажей автомобилей, т.е. систематизированной группировки всех базовых разновидностей автомобилей, по которым должно развиваться

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

отечественное автомобилестроение. Последний типаж был разработан в 1982-1990 гг. и с небольшими исправлениями продлен до 1995 г. (табл. 1.2-1.4).

С переходом к рыночной экономике основным критерием производства автомобилей стал спрос покупателей, а ориентиром в технической политике служит опыт Западной Европы и Правила Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН.

Таблица 1.2

Требования к развитию типажа легковых автомобилей

Класс	Группа	Рабочий объём двигателя, л	Сухая масса, кг	Головной завод	Базовая модель	Автомобиль повышенной проходимости
I особо малый	1	До 0,849	До 649			
	2	0,850 - 1,099	650 - 799	ЗАЗ, ЛуАЗ		
II малый	1	1,100 - 1,099	800 - 899	ВАЗ		
	2	1,300 - 1,499	900 - 1049	ВАЗ, ИЖМАШ		
	3	1,500 - 1,799	1050- 1150	АЗЛК		
III средний	1	1,800 - 2,499	1050 - 1209			
	2	2,500 - 3,499	1300 - 1499	ГАЗ, УАЗ		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

IV большой	1	3,500 - 4,499	1500 - 1900			
	2	Свыше 5,0	Не регламентирована	ГАЗ		
V высший		Не регламентирован	Не регламентирована	ЗИЛ		

Таблица 1.3

Требования к типажу грузовых автомобилей (Б - бензиновый; Д - дизельный; Г - газобаллонный)

Группа.	Осевая нагрузка от одиночной оси не более, тс	Головной завод-изготовитель	Подгруппа по грузоподъемности одиночного автомобиля (автопоезда),т	Основной тип двигателя	Одиночный автомобиль	Автомобиль-тягач	Седельный тягач	Автомобиль-самосвал	Шасси для специализированной комплектации
I	Не регламентируется	ЛуАЗ, ИЖМАШ	0,3(0,5)	Б					
	Не регламентируется	УАЗ. ЕрАЗ	0,8(1,0)	Б					
	Не регламентируется	Новый	1,5	Б					
II	Не регламентируется	ГАЗ	2,5	Б,Д,Г					
	6	ГАЗ, КАЗ	4,5(10,0)	Д,Б,Г					

III	6	КамАЗ, Уральский	8,0(16,0)	Д						
	8	ЗИЛ	6,0(12,0)	Д,Б,Г						
IV	8	КамАЗ	10,0(20,0)	Д						
	10	МАЗ	8,0(20,0)	Д						
	10	МАЗ, КамАЗ	15,0(36,0)	Д						
V	Не регламентируется	КрАЗ	16,0(24,0)	Д						
	Не регламентируется	МоАЗ	20,0	Д						
	Не регламентируется	БелАЗ	30(300)	Д						

Габаритные размеры и осевые нагрузки автомобилей в СССР долгие годы нормировались ГОСТ 9314-59 с изменениями 1974 г., в котором были предусмотрены для автомобилей четыре группы ограничений:

габаритных размеров: высота - 3,8 м, ширина - 2,5 м, длина - 12 м для одиночных автомобилей, 20 м - с одним и 24 м - с двумя прицепами;

полных масс: в частности, для трехосного тягача с трехосным прицепом 25 т + 25 т = 50 т (то же, но с полуприцепом - 52 т);

осевых нагрузок: в частности, при расстоянии между соседними осями 2,5 м и более для дорог группы А – 10 т, группы Б - 6 т;

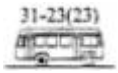
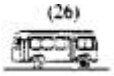
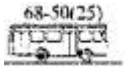
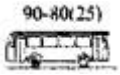
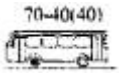
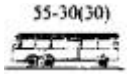
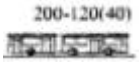
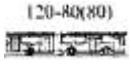
среднего давления на дорогу: для дорог группы А - 6 кг/см^2, для группы Б - 5 кг/см^2.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Таблица 1.4

Требования к типажу автобусов (Б - бензиновый, Д - дизельный)

Класс	Головной завод-изготовитель	Габаритная длина, м	Группа по осевой нагрузке	Тип двигателя	Внутригородские	Пригородные и экскурсионные	Междугородние и туристические	Сельские - местного сообщения		Общего на и специализи
								дорожные	повышенной проходимости	
I Особо малый	РАФ, УАЗ	До 5	Б	Б						
II Малый	ПАЗ, КАВЗ	6,0-7,5	Б	Б,Д						
III Средний	КАВЗ, ЛАЗ	8,0-9,5	Б	Б,Д						
IV Большой	ЛАЗ, ЛиАЗ	10,0-12,0	А	Д,Б						
V Особо большой		16,5-24,0	А	Д						

В настоящее время вместо этого ГОСТа действует «Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации», утвержденная Минтрансом 27.05.1996 (Более детально параметры автомобилей изложены в п. 3.4). По этой инструкции автомобили разделены на категории 1 и 2. Для категории 1 ограничения несколько смягчены:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

высота - 4,0 м, ширина - 2,5 м, но для рефрижераторов и изотермических кузовов допускается 2,6 м, длина - 12 м для одиночных автомобилей, 20 м - для автопоездов (с одним прицепом или полуприцепом), 18 м - для сочлененных автобусов и троллейбусов;

полная масса для автопоездов с одним прицепом или полуприцепом по группе А - не более 38 т;

осевые нагрузки сохранили значения для дорог группы А - 10 т и для группы Б - 6 т, но при расстоянии между соседними осями свыше 2,0 м (обычно у современных полуприцепов они равны 2,05 м) при нагрузке на трехосную тележку - до 24 т, на двухосную - до 20 т;

исключены требования к среднему давлению на дорогу.

Отдельно приведены параметры автомобилей, при которых они отнесены к категории 2. В частности, при движении по мостам это транспортные средства с полной массой от 30 т до 80 т и более и с нагрузкой на ось от 7,6 т до 20 т и более. Указанные ограничения были разработаны с учетом ограничений, имеющихся в странах Европы. Они не затрагивают легковые автомобили, имеющие гораздо меньшие габариты, полные массы и нагрузки на оси.

Осевая нагрузка в странах Европы на 1990 г. находилась в основном на уровне 10 т (в Норвегии и Польше - 8 т, в Бельгии, Италии, Португалии - 12 т, в Греции, Франции - 13 т). Однако и за рубежом, и в России наблюдается тенденция к увеличению осевой нагрузки до 13 т.

Ширина колеи автомобилей обычно составляет 0,8-0,85 от габаритной ширины, и эта тенденция устойчиво сохраняется длительное время. Например, если габаритная ширина 2,5 м, то колея будет около 2,0 м. У легковых автомобилей часто встречается ширина 1,6 м и колея 1,45 м. Высота центра тяжести автомобилей обычно составляет около 0,5 от колеи и не должна быть больше по условиям бокового опрокидывания при движении на повороте. Однако при перевозке некоторых грузов это условие нарушается.

Для легковых автомобилей (в том числе типа ВАЗ, АЗЛК, ИЖ, ГАЗ) характерны следующие габаритные размеры: высота - 1,4-1,5 м, ширина 1,6-1,8 м, длина 4-5 м. Кроме того, выпускаются легковые автомобили особо малого класса с длиной менее 3,5 м (в России - это ВАЗ-1111 "Ока") и особо большого класса с длиной более 6 м (например, "Сити-Таун" (США); Мерседес-Бенц 600 (ФРГ); ЗИЛ-41047 (Россия)).

У легковых автомобилей с начала XX века приблизительно до 1970-х гг. наряду с существенным изменением формы кузова происходило уменьшение габаритной высоты. При этом уменьшались диаметр колес (с 900 до 600 мм и менее) и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

дорожный просвет (с 200-300 до 130-150 мм). Габаритная высота европейских легковых автомобилей со снаряженной массой 1400 кг за период с 1955 г. по 1980 г. уменьшилась с 1,6 до 1,4 м, а со снаряженной массой 600 кг - с 1,5 м до 1,4 м. Таким образом, легковые автомобили различной снаряженной массы стремятся к одинаковой габаритной высоте и, по-видимому, уже приблизились к эргономическому пределу. Поэтому габаритная высота 1,4 м, соответствующая высоте расположения глаз водителя около 1,1- 1,2 м, должна сохраниться для большинства легковых автомобилей и на ближайшие 10-20 лет.

Более высокие легковые автомобили встречаются редко. Например, Карбодиес (Англия) - лондонское такси (1,77 м); Ситроен Мехари (Франция (1,63 м); РеноЭспейс (Франция (1,66 м). Тем не менее уже более 20 лет существуют три группы легковых автомобилей с габаритной высотой 1,3 м и менее (высота расположения глаз водителя около 1,1 м). Одна группа таких автомобилей - это автомобили так называемого спортивного или полуспортивного типа, обычно с кузовом-купе двухместным и двигателем большой мощности. Например, AC 3000ME (Англия); Порше 924 (ФРГ); Тойота MR2 (Япония); Ламборджини Джалпа 3500 (Италия); Феррари 308 GTB (Италия); Де Томазо Пантера (Италия); Лотус Эсприт S3 (Англия) и др.

Другая группа - это некоторые легковые автомобили с мягкой съемной крышей (кабриолеты, фаэтоны). Например, Мерседес-Бенц 280 SL (ФРГ); Морган 4/4 1600 (Англия); Пантер Соло (Англия); Фарус (Бразилия) и др.

Третья группа - это некоторые легковые автомобили США. Например, Крайслер Лазер XE; Форд EXP; Понтиак Фиеро; Шевроле Камаро; Шевроле Корветт и др.

Анализ развития автомобилей указывает на то, что в ближайшие 10-20 лет не должно произойти изменений по габаритным высоте и ширине грузовых и легковых автомобилей. Однако имеется тенденция в Европе и в России к увеличению разрешенной осевой нагрузки до 13 т с увеличением полной массы автопоезда до 50-60 т, что необходимо учитывать при разработке норм проектирования дорог. Другое направление в развитии автопоездов - применение трехзвенных автопоездов, например, тягач и два прицепа или тягач + полуприцеп + прицеп будет иметь весьма ограниченное применение в Европе, так как такие автопоезда создают значительные помехи движению и могут быть использованы только в отдельных случаях.

От полной массы и нагрузки на ось, а также от конструкции шин и давления в них зависит удельное давление в зоне контакта. Следует отметить, что при наезде на неровность нагрузка на колесо может увеличиться в 1,3-1,5 раза. Соответственно кратковременно увеличится и давление в зоне контакта.

Динамические характеристики автомобилей. Одним из основных показателей при сравнении скоростных (динамических) свойств автомобилей является удельная

мощность $N_{уд}$, которая определяется как отношение максимальной мощности двигателя к полной массе автомобиля. Обычно удельная мощность для автопоездов составляет 5-10 кВт/т, для грузовых автомобилей (кроме группы особо малой грузоподъемности, где она может быть выше) - 10-20 кВт/т, для легковых автомобилей (кроме групп большого и особо большого литража, где она может быть выше) - 20-60 кВт/т. В отечественном автомобилестроении последних десятилетий заметна тенденция снижения удельной мощности двигателя при увеличении максимальной скорости движения (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Динамические характеристики автомобилей выпуска 1970-1976 гг. (группа А) и 1986-1995 гг. (группа Б)

Группа автомобилей по периоду выпуска	Модель	Полная масса, кг	Мощность двигателя, кВт	Удельная мощность, кВт/т	Максимальная скорость*, км/ч
Легковые автомобили					
А	ЗАЗ-968 «Запорожец»	1160	41	35,3	118
Б	ЗАЗ-11022 «Таврия»	1127	39	34,6	145
А	ВАЗ-2101	1355	64	47,2	142
Б	ВАЗ-21093	1340	47	35,1	158
А	Москвич-2138	1445	50	34,6	122
Б	АЗЛК-2141-01	1455	56,3	38,7	158

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

А	ГАЗ-24 «Волга»	1820	95	52	147
Б	ГАЗ-24-12 «Волга»	2016	73,5	36,4	145
Грузовые автомобили					
А	ГАЗ-52-03	5465	75	13,8	70
Б	ГАЗ-3307	7850	88.5	11,3	90
А	ЗИЛ-130-76	10525	150	14,2	90
Б	ЗИЛ-433100	11725	136	11,6	95
А	КамАЗ-5320	15305	154	10,1	80
Б	КамАЗ-5315	16000	162	10,1	100
А	МАЗ-5335	14950	180	12.0	85
Б	МАЗ-53371	17900	132	7,4	115

* Максимальная скорость легковых автомобилей приведена при загрузке водителем и одним пассажиром, а для грузовых автомобилей - для полной массы.

Анализ показывает, что максимальные конструктивные скорости движения отечественных легковых автомобилей за период с 1970 г. по настоящее время возросли в среднем на 17 км/ч и составляют 145-158 км/ч. Также увеличились и максимальные скорости отечественных грузовых автомобилей, которые составляют в настоящее время 90-115 км/ч.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Значительная часть автомобилей иностранного производства обладает более высокими динамическими качествами, включая удельную мощность двигателя и максимальную скорость движения.

Максимальные скорости движения на автомагистралях в России и в большинстве стран Европы ограничены значением 110 км/ч для легковых автомобилей и 90 км/ч для грузовых (в Германии на автомагистралях нет ограничений максимальной скорости).

По ГОСТ 21398-89 «Автомобили грузовые. Общие технические требования» грузовые автомобили должны иметь следующие максимальные скорости: при общей массе более 3,5 т - 95 км/ч, при общей массе менее 3,5 т - 110 км/ч, для автопоездов - 85 км/ч, для автопоездов, предназначенных для междугородных и международных перевозок, - 100 км/ч. Междугородные автобусы обычно имеют максимальную скорость 100-130 км/ч. У легковых автомобилей малого и среднего класса максимальные скорости составляют 140-180 км/ч, но у некоторых легковых автомобилей (БМВ 635 Csi, Феррари GTO и др.) они достигают 250-300 км/ч.

Важной характеристикой динамических качеств автомобилей служит график силового баланса в зависимости от скорости движения (рис. 1.3, 1.4). Эти графики наглядно показывают максимальную величину продольного уклона, которую может преодолеть автомобиль на данной скорости при сухом покрытии. Анализ графиков показывает, что современные отечественные легковые автомобили типа ВАЗ-21093 могут преодолевать подъем с уклоном 5 % на скорости более 110 км/час, а грузовые автомобили типа КамАЗ-5320 с полной нагрузкой могут преодолеть этот уклон только со скоростью около 30 км/ч, т.е. грузовые автомобили, автобусы и автопоезда весьма чувствительны к крутым подъемам. Поэтому в ГОСТ 21398-89 имеется требование, что автопоезд должен преодолевать подъем в 3 % длиной 3 км со скоростью не менее 30 км/ч.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

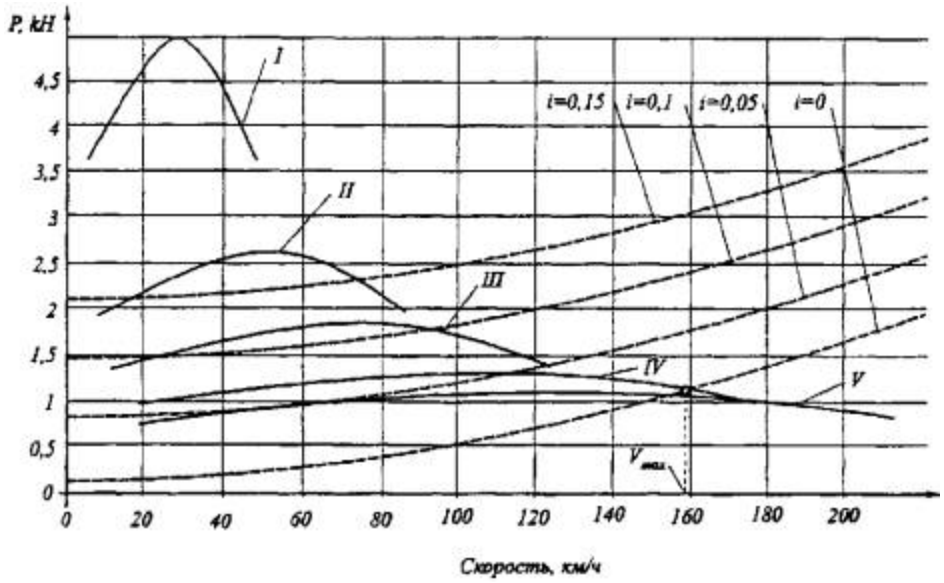


Рис. 1.3. График силового баланса легкового автомобиля ВАЗ-21093

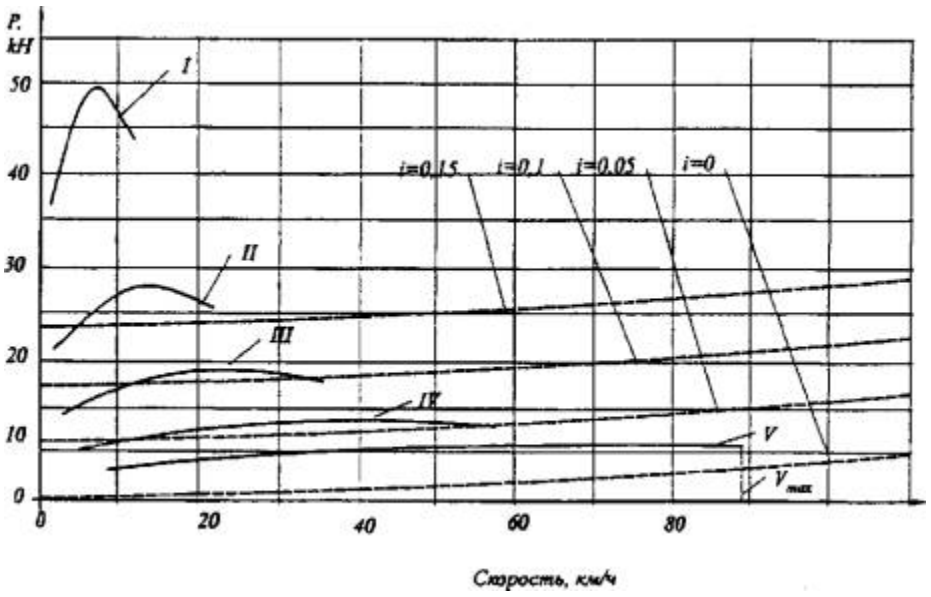


Рис. 1.4. График силового баланса грузового автомобиля КамАЗ-5320

Большое внимание уделяется конструкторами легковых автомобилей такому показателю, как приемистость или способность развивать скорость движения при трогании с места. Этот показатель оценивается временем разгона автомобиля при трогании с места до скорости 100 км/ч. У легковых автомобилей, выпускаемых в последние годы, время разгона составляет 15-20 с по сравнению с 20-30 с у легковых автомобилей, выпускаемых в 1970-1976 гг. Максимальное ускорение полноприводных легковых автомобилей составляет 6,5 м/с^2, заднеприводных - 5 м/

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$с^2$, переднеприводных - 3 м/$с^2$. Для грузовых автомобилей максимальное ускорение обычно не превышает 2 м/$с^2$.

Максимальное замедление у автомобилей может быть реализовано при любой скорости, поскольку у современных автомобилей тормозные механизмы установлены во всех колесах, а на многих автомобилях есть регулятор тормозных сил. По нормам (Правила № 13 ЕЭК ООН) замедление должно быть для новых легковых автомобилей не менее 7,0 м/$с^2$, для автопоездов разных категорий от 5,0 до 6,0 м/$с^2$.

Максимальные значения сил тяги, ускорений и замедлений могут быть реализованы при коэффициенте сцепления не ниже 0,7-0,9, т.е. на сухом чистом покрытии. При других состояниях покрытия эти состояния недостижимы. Эта ситуация для обычных автомобилей в ближайшие 10-20 лет не изменится. Существенные изменения могут произойти в более отдаленной перспективе, когда будут разработаны новые типы шин по аналогии с шинами гоночных автомобилей, которые обеспечивают коэффициент сцепления, равный 1,2-1,5, а у драгстеров - около 2. Это достигается за счет прилипания резины к поверхности покрытия. При этом срок службы шин резко снижается. В настоящее время стоимость таких шин чрезвычайно высока и для обычных автомобилей неприемлема.

Увеличение удельной мощности грузовых автомобилей и автопоездов сдерживается существующими ограничениями скоростей движения на дорогах и стремлением уменьшить расход топлива. Это положение в ближайшие годы не должно измениться. В то же время уменьшение расхода топлива обеспечивается совершенствованием двигателей и шин, а также использованием ряда мероприятий по уменьшению сопротивления воздуха (изменение формы кабины, применение обтекателей и т.п.). Уменьшение расхода топлива снижает отрицательное влияние автомобиля на окружающую среду.

Тормозные системы. Все современные автомобили, включая автопоезда, имеют рабочую тормозную систему с тормозными механизмами на каждом колесе, а также стояночную тормозную систему с приводом на задние колеса. Кроме того, у автобусов полной массой свыше 5 т и грузовых автомобилей свыше 12 т должна быть дополнительная так называемая вспомогательная тормозная система, которая должна обеспечивать движение под уклон в 7 % длиной 6 км со скоростью не более 30 км/ч.

Важно отметить явную тенденцию последних лет, которая состоит в том, что практически все современные автомобили, кроме некоторых легковых особо малого класса, имеют регуляторы тормозных сил, что позволяет использовать для создания максимальных тормозных сил всю массу автомобиля при различных значениях коэффициента сцепления. Поэтому требования стандарта по тормозному пути могут и перевыполняться. Так, например, для легковых автомобилей по Правилам № 13 ЕЭК ООН при начальной скорости V_0 = 80 км/ч и усилии на педали

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

не более 500 Н тормозной путь должен быть не более 43,2 м, но ВАЗ указывает в технической характеристике своих моделей автомобилей S_T = 38 м (АЗЛК, ИЖ, ГАЗ приводят 43,2 м). Для новых грузовых автомобилей по Правилу № 13 при V_0 = 60 км/ч тормозной путь должен быть не более 36,7 м, для автопоездов с тягачами при тех же условиях не более 38,5 м (табл. 1.6). Для автомобилей, находящихся в эксплуатации, требования по тормозному пути приведены в ГОСТ 25478-91 и в Правилах дорожного движения и существенно ниже, чем для новых (табл. 1.7).

Таблица 1.6

Нормативы эффективности рабочей тормозной системы для новых АТС (полная масса)

Категория АТС по классификации Комитета по внутреннему транспорту (КВТ) ЕЭК ООН, принятой в ГОСТ 22895-77	Режим торможения		Нормативы тормозной эффективности	
	Начальная скорость торможения, км/ч	Усилие на педали тормоза, кгс, не более	Тормозной путь, м, не более	Установившееся замедление, м/с^2 не менее
M_1	80	50	43,2	7,0
M_2, M_3	60	70	32,1	6.0
N_1	80	70	61.2	5,0
N_2, N_3	60	70	36.7	5,0
Автопоезд с тягачом категории M_1	80	50	50,7	5,8
Автопоезд с тягачами категории M_2, M_3	60	70	33,9	6,0
Автопоезд с тягачом категории N_1	80	70	63,6	5,0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Автопоезд с тягачами категории N_2, N_3	60	70	38.5	5,0

Таблица 1.7

Нормативы тормозной эффективности рабочей тормозной системы для АТС, находящихся в эксплуатации

Категория АТС по классификации КВТ ЕЭК ООН, принятой в ГОСТ 25478-82	Режим торможения		Нормативы тормозной эффективности			
	начальная скорость торможения, км/ч	усилие на педали тормоза, кгс, не более	тормозной путь, м, не более, при массе		установившееся замедление, м/с^2, не менее, при массе	
			полной	снаряженной	полной	снаряженной
M_1	40	50	16,2	14,5	5,2	6,1
M_2	40	50	21,2	18,7	4,5	5,5
M_3	40	50	21,2	19,9	4,5	5,0
N_1	40	70	23,0	19,0	4,0	5,4
N_2	40	70	23,0	18,4	4,0	5,7
N_3	40	70	23,0	17,7	4,0	6,1
Автопоезд с тягачом категории:						
N_1	40	70	25,0	22,7	4,0	4,7

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

N_2	40	70	25,0	22,1	4,0	4,9
N_3	40	70	25,0	21,9	4,0	5,0

Тормозные свойства автомобилей долгие годы не изменялись. Улучшение тормозных свойств наступило с применением регуляторов тормозных сил (в СССР с 1970 г. с началом выпуска автомобилей ВАЗ). В настоящее время в России большинство автомобилей оборудовано регуляторами тормозных сил. Дальнейшее некоторое улучшение тормозных свойств, сокращение тормозного пути и повышение устойчивости при торможении связаны с применением антиблокировочных систем (АБС).

Антиблокировочные системы (АБС) - это новая тенденция в автомобилестроении. Они исключают блокирование колес при торможении, поддерживая их скольжение в узком диапазоне (15-25 %), где значение коэффициента сцепления максимальное. Применение АБС повышает активную безопасность на скользких поверхностях за счет уменьшения тормозного пути приблизительно на 5-15 %, а также за счёт повышения устойчивости и управляемости при торможении в следствие чего значительно уменьшается разворот автомобиля и «складывание» автопоезда.

Пока АБС на российских автомобилях не применяется, но применяются на тягачах Ивеко, Мерседес-Бенц, Рено и других зарубежных автомобилях, используемых в России. С ужесточением требований ЕЭК ООН к тормозным системам применение АБС будет расширяться.

С 1.01.1991 г. в Западной Европе запрещена эксплуатация без АБС автомобилей следующих категорий: грузовые с полной массой более 16 т (категория N_3), междугородные автобусы с полной массой более 12 т (категория M_3), прицепы и полуприцепы с полной массой более 10 т (категория O_4). Другие категории автомобилей оборудуют АБС по желанию покупателя или по инициативе фирмы, выпускающей автомобили. Следует ожидать, что в ближайшем будущем эти требования будут приняты в России. Все чаще АБС применяется совместно с противобуксовочной системой (ПБС), предотвращающей пробуксовку ведущих колес при интенсивных разгонах. Эти конструктивные изменения тормозных систем могут оказать существенное влияние на требования к параметрам видимости, переходно-скоростных полос и др.

Характеристики подвески и плавность хода. Плавность хода - это способность автомобиля уменьшать вибронагруженность, создаваемую воздействием неровностей дороги на водителя, пассажиров, груз и агрегаты автомобиля. Вибронагруженность автомобиля создается в основном при

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

взаимодействии колес с дорогой. Основными устройствами, ограничивающими вибронагруженность, являются подвеска и шины, а для водителя и пассажиров также упругие сидения. У современных грузовых автомобилей, особенно у тягачей автопоездов, для снижения вибронагруженности на месте водителя, кроме основной подвески устанавливают подвеску кабины и подвеску сидения.

Уровень вибраций и уровень внутреннего шума в кабине или кузове являются основными показателями комфортабельности автомобиля. Они через утомляемость водителя влияют на активную безопасность автомобиля, ограничивают его скорость, а значит, и его производительность. Вибрации влияют на исправность агрегатов автомобиля и сохранность перевозимого груза. Уровень внешнего шума является показателем отрицательного воздействия автомобиля на окружающую среду.

Влияние вибраций на человека определяется их интенсивностью, которая обычно оценивается средним квадратичным значением виброускорения, в м/с^2, либо отношением, называемым уровнем вибраций, в децибелах, спектральным составом, направлением и длительностью воздействия, которая для езды в автомобиле принимается не более 8 ч. Человеческий организм наиболее чувствителен к вертикальным колебаниям в диапазоне частот 4-8 Гц и к горизонтальным в диапазоне 1-2 Гц, что учитывается в современных нормах по допустимому уровню вибраций, приведенных в международном стандарте ISO 2631-85.

Влияние шума на человека определяется интенсивностью, которая оценивается уровнем звука в децибелах и спектральным составом.

На внутренний шум международных норм нет, но в России есть ГОСТ 27435-87, по которому определены нормы, в частности, для легковых автомобилей - 80 дБА, для грузовых - 84 дБА, для автобусов- 82 дБА. На внешний шум установлены нормы Правилом № 51 ЕЭК ООН, по которому, в частности, должно быть для легковых автомобилей - не более 77 дБА, для тяжелых грузовых автомобилей с двигателями в 147 кВт и мощнее - не более 84 дБА.

Основным источником внешнего шума автомобилей при разгонах и средних скоростях движения является двигатель, при высоких скоростях движения - шины. Проблема борьбы с шумом особенно остро возникает при прохождении дороги через населенные пункты или около них.

Проблема улучшения плавности хода чрезвычайно сложна и многопланова. Ужесточение требований к вибрациям на месте водителя приводит к необходимости улучшения качества дорог и введению существенных изменений в конструкцию автомобилей, особенно грузовых и тягачей автопоездов. Эти изменения характерны для последних 10-15 лет. Они затрагивают не только подвеску, но и другие части автомобиля.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

По виброактивности шины из синтетической резины хуже шин из натуральной резины, многолистовые рессоры хуже однолистовых рессор и т.д. Все чаще в подвеске вместо металлических упругих элементов используют пневмобаллоны с электронным управлением давления в них, амортизаторы с электронным управлением коэффициента сопротивления. Кроме основной подвески вводится подвеска кабины и, кроме того, подвеска сидения водителя. Эти мероприятия будут развиваться и в ближайшие 10-20 лет.

Шины. Конструкция автомобильных шин подвергается непрерывному совершенствованию, особенно в последние 10-20 лет. Шины должны иметь хорошее сцепление с дорогой, малое сопротивление качению, соответствие упругих свойств параметрам автомобиля и условиям движения, низкий уровень шума, высокую прочность и долговечность. Все это существенно зависит от качества поверхности дороги.

Кроме упругих и демпфирующих свойств (таких же, как и у подвески, но гораздо более слабых), шины обладают сглаживающей и поглощающей способностями при движении по неровностям длиной менее 1 м.

Давление в шинах легковых автомобилей обычно находится в пределах 1,5-2,0 кг/см^2, автобусов и грузовых автомобилей 4,5-8,0 кг/см^2. У автомобилей повышенной и высокой проходимости шины более эластичные, с регулируемым давлением, которое можно уменьшать до 0,5-1,0 кг/см^2.

Коэффициент сопротивления качению при малых скоростях движения по асфальтобетонному покрытию у современных легковых автомобилей обычно составляет 0,013, у грузовых - 0,01-0,008.

Коэффициент сцепления имеет максимальное значение приблизительно при 10-20 %-м скольжении (буксовании), а при 100 %-м скольжении (буксовании) снижается на 10-20 %.

Из конструктивных параметров шины наибольшее влияние на коэффициент сцепления оказывают размеры колеса и рисунок протектора. На дорогах с твердым покрытием увеличение диаметра колеса приводит к незначительному росту коэффициента сцепления. На сухих дорогах с твердым покрытием коэффициент сцепления несколько возрастает с уменьшением площади канавок на протекторе. На мокрых дорогах коэффициент сцепления тем больше, чем лучше рисунок протектора обеспечивает удаление влаги и грязи из зоны контакта шины с дорогой. Как уже отмечалось, в ближайшие 10-20 лет не следует ожидать заметных изменений в коэффициентах сцепления шин с дорогой.

Рулевое управление. Двух- и трехосные автомобили обычно имеют управляемые колеса передней оси. Четырехосные автомобили обычно имеют управляемые колеса двух передних осей.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Некоторые японские фирмы (Ниссан, Хонда, Мазда) выпускают часть своих легковых автомобилей с передними и задними управляемыми колесами, причем угол поворота задних колес устанавливается в зависимости от скорости движения электронным блоком.

Обычно для поворота управляемых колес из одного крайнего положения в другое требуется около 4 оборотов рулевого колеса. Для уменьшения усилия на рулевом колесе применяют усилители (обычно гидравлические).

В предыдущие 20-30 лет гидроусилители рулевого управления устанавливали на отечественных грузовых автомобилях грузоподъемностью 5 т и более (ЗИЛ-130, МАЗ, КамАЗ, КрАЗ), на больших и особо больших автобусах, а из легковых автомобилей только на ГАЗ-13, ЗИЛ-111 и на их более поздних модификациях. В настоящее время за рубежом гидроусилители руля все чаще ставят и на грузовые автомобили малой грузоподъемности, и на легковые автомобили среднего и даже малого классов. Эта тенденция будет развиваться и в ближайшие годы.

Устойчивость по боковому скольжению и по боковому опрокидыванию оценивается значениями критических скоростей при движении по кривым в плане и во время маневров с резким изменением траектории движения и во многом зависит от соотношения колеи и высоты центра масс автомобиля, а также от коэффициента поперечного сцепления.

Оптимальным считается соотношение:

$B/2H > j_n$, где

B - ширина колеи автомобиля, мм;

H - высота центра масс автомобиля, мм;

j_n - коэффициент поперечного сцепления.

При этом соотношении боковое скольжение будет наступать при меньшей скорости, чем опрокидывание. Не у всех грузовых автомобилей это условие выполняется. Это означает, что на сухом покрытии возможно боковое опрокидывание при скорости меньшей, чем для бокового скольжения.

Оснащение электронным оборудованием. Электронные устройства и системы (ЭС) в последние 10-20 лет находят все более широкое применение на автомобилях. Эта тенденция должна сохраниться и на последующие 10-20 лет, особенно для отечественных автомобилей, на которых ЭС применяются пока еще в значительно меньшей степени, чем на зарубежных автомобилях.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Широкие функциональные возможности ЭС проявляются в выполнении ими всевозможных функций управления (двигателем, трансмиссией, тормозами, подвеской и т.д.), а также отображения, передачи и хранения информации. ЭС выполняют и принципиально новые функции (комфортабельность салона, блокирование ошибочных действий водителя и т.д.).

Надежной работе ЭС препятствуют тяжелые для ЭС условия эксплуатации, более жесткие, чем у промышленной электроники. В частности, ЭС должны сохранять работоспособное состояние при влажности 98 %, температуре воздуха 35°С, атмосферном давлении, соответствующем высоте 4 км над уровнем моря. ЭС, расположенные на двигателе, должны работать при вибрации с ускорениями до 20 g и при ударах до 40 g, для других мест автомобиля требования гораздо ниже (до 5 g, а при ударах до 10 g). Поэтому расширение применения электронных систем приведет к повышению требований к ровности поверхности дорог и обеспечению плавности движения. Чем выше качество дорог, тем меньше их воздействие на ЭС.

Особенно большие работы по насыщению автомобиля электроникой ведутся японскими фирмами. Так, например, фирма Тойота в 1995 г. представила «концепт-кар», оснащенный 17 системами безопасности, которые можно разделить на четыре группы: 1) системы профилактическо-предупредительной безопасности (8 функций: комплексы «борьба с дремотой», противопожарное оповещение, информация о давлении в шинах, автоматическая регулировка фар, боковой обзор, а также информационный дисплей, система опознавательных «сигналов о намерениях», навигационный комплекс); 2) системы избежания аварий и столкновений (2 функции: система автоматического торможения и система SOS); 3) системы минимизации повреждений при столкновении (4 функции: надувные «мешки безопасности», самозатягивающиеся ремни безопасности, система автоматической остановки, надувной «мешок» на капоте); 4) системы минимизации повреждений после столкновения (3 функции: система пожаротушения, система оповещения о ЧП, система «штурманской записи»). Автомобили начинают снабжать говорящими системами, предупреждающими водителя о неправильных действиях, опасных ситуациях, дающими подсказки. На ключевых японских автомагистралях в 2010-2015 гг. предполагается ввести в действие подобные «разумные» системы. Автомобили, насыщенные электроникой, становятся думающим, интеллектуальным транспортом.

Конструктивная безопасность движения. Конструктивную безопасность автомобиля условно разделяют на активную, пассивную и экологическую. Активная безопасность обеспечивается комплексом свойств автомобиля, направленных на предотвращение ДТП, пассивная - направлена на уменьшение тяжести последствий возникшего ДТП на людей, экологическая - направлена на уменьшение вредного воздействия на людей и окружающую среду (внешний шум, выделение вредных веществ и т.п.).

Учитывая международный характер требований к безопасности конструкции автомобилей, ряд европейских стран принял в 1958 г. в Женеве в рамках КВТ ЕЭК ООН «Соглашение о принятии единообразных условий официального утверждения и о взаимном признании официального утверждения предметов оборудования и частей механических транспортных средств». В рамках этого Соглашения разрабатываются единые предписания (Правила ЕЭК ООН) и присваивается знак «Е» официального утверждения транспортного средства, отвечающего требованиям соответствующего Правила.

Правила ЕЭК ООН постоянно пересматриваются и дополняются в соответствии с повышением требований к техническому уровню автомобилей. Они являются обязательными для ратифицировавших их участников Соглашения, причем эти участники не могут возражать против эксплуатации у них автомобилей, получивших утверждение любой страны, присоединившейся к этому Соглашению. СССР присоединился к указанному Соглашению в 1987 г.

Всего Правил ЕЭК ООН уже около 100. Наиболее важные для учета при разработке норм проектирования дорог следует считать правила:

- № 13 - торможение транспортных средств,
- № 30 - шины для легковых автомобилей,
- № 51 - внешний шум транспортных средств,
- № 54 - шины для грузовых автомобилей и автобусов,
- № 89 - ограничение максимальной скорости автомобилей,

а также большое количество Правил по различной светотехнике (для легковых автомобилей их 16, для грузовых 18).

Выполненный анализ показывает существенные изменения многих параметров и характеристик автомобилей, оказывающих непосредственное влияние на требования к транспортно-эксплуатационному состоянию дорог, и новые тенденции в дальнейшем развитии конструкций автомобилей. Указанные изменения и тенденции должны быть учтены при разработке технической политики в области ремонта и содержания автомобильных дорог, организации и обеспечения безопасности дорожного движения.

Переход России к рыночной экономике сопровождается не только количественным ростом автомобильного парка, но и глубоким качественным изменением его состава. В транспортном потоке на автомобильных дорогах значительно увеличилась доля тяжелых грузовых автомобилей, магистральных автопоездов, комфортабельных туристических автобусов, а также доля легковых и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

малотоннажных грузовых автомобилей. Увеличились нагрузки на автомобильные дороги и дорожные сооружения от транспортных средств. Динамические характеристики многих отечественных автомобилей также весьма изменились за последние годы и вплотную подошли к характеристикам автомобилей, наблюдаемых в развитых зарубежных странах. Кроме того, в составе транспортных потоков на российских дорогах непрерывно растет доля машин зарубежного производства.

В связи с произошедшими количественными и качественными изменениями транспортных потоков значительно возросли требования к потребительским свойствам автомобильных дорог.

Действующие нормы и правила ремонта и содержания автомобильных дорог, разработанные много лет назад, отстают от динамики роста этих требований и нуждаются в переработке, совершенствовании и дальнейшей систематической корректировке.

1.2. Темпы развития и структура дорожной сети

Классификация автомобильных дорог. В состав дорожной сети входят дороги, которые различаются по своим техническим параметрам, интенсивности и составу движения транспортных потоков, своему функциональному назначению и административному подчинению и т.д.

На начальном этапе развития все дороги входили в единую дорожную сеть. Только в 1955 г. в главе «Автомобильные дороги» СНиП II-Д.5 было введено деление дорог на автомобильные дороги общей сети, дороги промышленных предприятий, а также на внутрихозяйственные сельские дороги и дороги специального назначения.

Постановлениями Правительства РСФСР от 24.12.1991 г. № 61 «О классификации автомобильных дорог в РСФСР» с последующим уточнением в постановлении Правительства от 27.12.1994 г. № 1428 автомобильные дороги, расположенные в Российской Федерации, классифицируются по принадлежности на автомобильные дороги общего пользования, ведомственные и частные.

К автомобильным дорогам общего пользования относятся внегородские автомобильные дороги, которые являются государственной собственностью Российской Федерации и подразделяются на дороги общего пользования, являющиеся федеральной собственностью, - **федеральные дороги**; дороги субъектов Российской Федерации, относящиеся соответственно к собственности субъектов Российской Федерации.

Дороги субъектов Российской Федерации стали называться **территориальными дорогами. К ведомственным и частным** автомобильным дорогам относятся

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

дороги предприятий, объединений, учреждений и организаций, колхозов, совхозов, крестьянских (фермерских) хозяйств, предпринимателей и их объединений и других организаций, используемые ими для своих технологических, ведомственных или частных нужд.

В соответствии с «Показателями для определения федеральных дорог в РСФСР», утвержденными постановлением Правительства РСФСР от 24 декабря 1991 г. № 61, к федеральным дорогам относятся:

1. **Магистральные дороги**, соединяющие столицу Российской Федерации г. Москву со столицами независимых государств, столицами республик в составе РСФСР, административными центрами краев и областей;

2. **Прочие дороги**, соединяющие между собой столицы республик в составе РСФСР, административные центры краев, областей, а также этих городов с ближайшими административными центрами автономных образований.

При отсутствии федеральной сети дорог в районах расположения административных центров к федеральным дорогам относят подъезды от этих центров до аэропортов, морских и речных портов, железнодорожных станций.

Перечень федеральных дорог утверждается Правительством Российской Федерации. Все остальные дороги общего пользования относятся к территориальным автомобильным дорогам, перечень которых в каждом субъекте Российской Федерации утверждается органом исполнительной власти этого субъекта.

Таким образом, классификация автомобильных дорог по народно-хозяйственному и административному значению, содержащаяся в СНиП 2.05.02-85, заменена классификацией автомобильных дорог общего пользования по принадлежности к собственности - на федеральные и территориальные дороги, а техническая классификация остается прежней на переходный период.

Сеть автомобильных дорог России развивалась неравномерно в течение длительного периода времени (рис. 1.5). Многие годы подавляющую часть протяженности дорожной сети составляли грунтовые дороги, мало приспособленные к пропуску автомобильного движения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

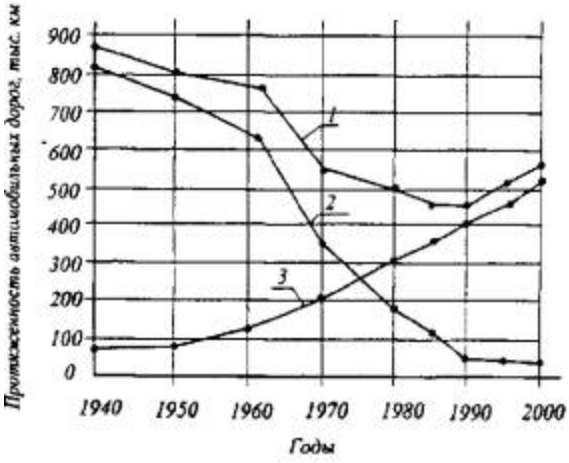


Рис. 1.5. Динамика изменения протяженности и структуры сети автомобильных дорог общего пользования России за период 1940-2000 гг.:
1 - общая протяженность; 2 - грунтовые дороги; 3 - дороги с твердым покрытием

Рост количества автотранспортных средств потребовал увеличения доли дорог с твердым покрытием и, начиная с 60-х гг. прошлого столетия, доля этих дорог стала постепенно возрастать.

Так, например, в период 1986-1990 гг. ежегодные объемы строительства и реконструкции дорог общего пользования составляли от 8 до 12 тыс. км. В целом доля дорог с твердым покрытием в сети дорог общего пользования возросла с 38,6 % в 1970 г. до 64,6 % в 1980 г. В то же время протяженность дорог общего пользования сократилась с 543,1 тыс. км до 497,8 тыс. км или на 45,3 тыс. км из-за исключения грунтовых дорог из сети дорог общего пользования.

Определенную роль в улучшении качественных характеристик дорожной сети сыграло постановление ЦК КПСС и СМ СССР № 310 от 14.04.1980 г. «О мерах по улучшению строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог в стране», в котором была поставлена задача завершить к 1990 г. создание опорной сети магистральных автомобильных дорог с усовершенствованными покрытиями и строительство автомобильных дорог, связывающих районные центры, центральные усадьбы колхозов и совхозов прежде всего в Нечерноземной зоне РСФСР.

Впервые в подобном постановлении была выдвинута задача по соблюдению нормативных межремонтных сроков службы дорожных одежд и созданию сети предприятий автосервиса. Хотя задания этого постановления были выполнены далеко не полностью, доля дорог с твердым покрытием за счет строительства и реконструкции продолжала увеличиваться до 1990 г.

Объемы строительства и реконструкции дорог общего пользования в 1991 - 1995 гг. снизились до 4-6 тыс. км в год, а объемы работ по ремонту и содержанию - в 1,5-2 раза. Однако в это время принципиально изменилась политика по отношению

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

к внутрихозяйственным и ведомственным дорогам. Начиная с 1990 г. многие из этих дорог, имеющих твердое покрытие, стали переводиться в сеть дорог общего пользования и протяженность дорог общего пользования с твердым покрытием увеличивалась в основном за счет передачи внутрихозяйственных дорог. Объем ежегодно передаваемых дорог составлял от 5 до 15 тыс. км и более. Таким образом, в 1990 г. прекратилось сокращение протяженности сети дорог общего пользования и начался прирост этого протяжения. Минимальная протяженность сети указанных дорог составляла в 1990 г. 455,4 тыс. км, что почти в 2 раза меньше, чем в 1940 г.

Дорожная политика на период 1995-2000 гг. была определена в «Программе совершенствования и развития автомобильных дорог Российской Федерации «Дороги России»», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.94 г. № 1310. Указом Президента Российской Федерации «О президентской программе «Дороги России»» от 06.12.1995 г. № 1220 указанной программе был придан статус президентской.

Приоритетными направлениями дорожной политики на федеральных автомобильных дорогах были установлены:

ремонт существующих дорог с ликвидацией недоремонта и усиление дорожных одежд с целью предотвращения их разрушения от возросших нагрузок и ремонта аварийных мостов;

реконструкция наиболее нагруженных автомагистралей с улучшением их транспортно-эксплуатационных показателей;

ликвидация очагов аварийности;

строительство участков новых автомагистралей на обходах населенных пунктов.

На сети местных автомобильных дорог приоритетные направления были установлены в следующем порядке:

ремонт существующих дорог с усилением их до нормативных нагрузок;

ремонт и реконструкция бывших ведомственных дорог, принимаемых в сеть дорог общего пользования, с доведением их параметров до действующих норм;

ремонт аварийных мостов;

строительство дорог с дешевыми покрытиями в сельской местности и реконструкция наиболее загруженных дорог.

За время реализации президентской программы «Дороги России» в период 1995-2000 гг. построено и реконструировано 33596 км автомобильных дорог

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

общего пользования, в том числе 4318 км федеральных автомобильных дорог. Темпы роста протяженности дорожной сети за счет строительства новых дорог показаны в табл. 1.8.

Таблица 1.8

Показатели прироста протяженности дорожной сети путем строительства новых дорог

Показатели	Годы				
	1995	1997	1998	1999	2000
Ввод новых дорог, всего, км	2988	2611	2825	2825	4332
Доля от общей протяженности, %	0,6	0,5	0,5	0,5	0,8
В том числе: Дорог федерального значения, км	365	146	360	321	352
Доля от общей протяженности, %	0,8	0,3	0,8	0,7	0,8
Дорог территориального значения, км	2623	2465	2465	2504	3980
Доля от общей протяженности, %	0,6	0.5	0,5	0,5	0,8

Фактическая протяженность дорог общего пользования России в 2000 г. составила 579,0 тыс. км, в том числе федеральных дорог 46,4 тыс. км, территориальных - 532,6 тыс. км (табл. 1.9). По общей протяженности дорог общего пользования Россия возвратилась к 1970 г.

Таблица 1.9

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Наименование показателей	По состоянию на 01.01 соответствующего года, в тыс. км							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Автомобильные дороги - всего	895	915	935	907	927	919	915,6	906,3
В том числе:								
общего пользования	466	489	519	531	559	569	573,5	579
Из них:								
федеральные	40	41	41	44	46	46	46,2	46,4
территориальные	426	448	478	487	513	523	527,3	532,6
Ведомственные и частные	429	426	416	376	368	357	342,1	327,3
Из общей протяженности автодорог - дороги с твердым покрытием - всего	698	726	743	745	749	757	751,4	753,4
В том числе:								
общего пользования	419	440	463	479	500	511	517,4	525,3
Из них:								
федеральные	40	40	41	44	45	45,5	45.8	46

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

территориальные	379	400	422	435	455	465,5	471,6	479,3
Ведомственные и частные	279	286	280	266	249	246	234,3	228,1

Протяженность сети дорог общего пользования с твердым покрытием за период с 1993 по 2000 гг. увеличилась на 106,3 тыс. км и составила 525,3 тыс. км. С учетом перевода сельскохозяйственных и ведомственных дорог в сеть дорог общего пользования ежегодный прирост протяженности этой сети составлял в среднем около 3 %. За этот же период парк автомобилей увеличился примерно на 9,5 млн. ед. Средний прирост численности автомобильного парка составлял более 8 % в год, т.е. почти в 3 раза больше годового прироста сети автомобильных дорог. Соответственно возрастала и удельная загрузка дорог движением, которая оценивается таким условным показателем, как количество автомобилей, приходящихся на 1 км дороги. Этот показатель за последние 7 лет увеличился с 32,8 до 49,3 авт/км. По этому показателю Россия обогнала Америку, которая имеет 210 млн. автомобилей и примерно 5 млн. км дорог с твердым покрытием, то есть на каждый км приходится 42 автомобиля.

Дорожная сеть России по темпам своего развития в 3 раза отстает от темпов развития автомобильного парка и в значительной степени перегружена автомобильным движением.

За период с 1993 по 2000 гг. существенно изменилась не только протяженность, но и структура дорог общего пользования и ее качественные показатели (табл. 1.10 и 1.11). К концу указанного периода произошел наибольший прирост дорог с усовершенствованным покрытием из асфальтобетона и материалов, обработанных вяжущими.

Таблица 1.10

Структура сети автомобильных дорог общего пользования Российской Федерации в 1993-2000 гг.

Наименование показателей	По состоянию на 01.01 соответствующего года, в км							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Общая протяженность дорог общего пользования - всего	465895	489059	518971	531424	558529	569036	573536	579006
В том числе:								
с твердым покрытием - всего	419087	439991	462816	479039	500002	510719	517376	525337
в том числе с усовершенствованным покрытием	274609	290652	305466	318927	332474	342124	347907	354036
Из них:								
цементобетонные	9366	9364	9688	9976	10545	10639	10343	10290
асфальтобетонные и другие с применением вяжущих материалов	265243	281288	295778	308951	321929	331485	337564	343746
С покрытием переходного типа (щебеночные, гравийные и др.)	143567	149339	157350	160112	167528	168595	169469	171300
Грунтовые	46784	49068	56155	52385	58527	58317	56160	53669
Дороги общего пользования с твердым покрытием по категориям:								
I	2670	2694	2724	2962	3343	3314	3508	3906
II	23267	24577	24474	24731	25814	25578	26115	26878
III	105170	107649	106820	106699	115188	108738	108460	109115

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

IV	250604	253263	269309	283181	285938	299270	302705	305591
V	37376	51808	59489	61466	69719	73819	76588	79816

Таблица 1.11

Характеристики изменения качественных показателей сети дорог общего пользования России за период 1993-2000 гг.

Показатели	Состояние на 2000 г.	Прирост за период 1993-2000 гг.
Доля дорог с твердым покрытием, %, всего	90,7	25
В том числе с усовершенствованными покрытиями, %	67,4	29
Из них с покрытиями:		
цементобетонными, %	2	9
асфальтобетонными и другими с применением вяжущих материалов, %	65,4	30
С покрытием переходного типа (щебеночные, гравийные и др.), %	32,6	19
Грунтовые, %	9,3	15
Доля дорог различных категорий, %		
I	0,7	46

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

II	5,1	15
III	20,8	4
IV	58,2	22
V	15,2	114

В составе дорожной сети основную долю протяженности имеют дороги IV категории (58,2 %). Наибольший прирост (114 %) получили дороги V категории за счет передачи внутрихозяйственных и ведомственных дорог в сеть дорог общего пользования и дороги I категории (46 %) за счет строительства новых и реконструкции существующих дорог.

Также существенно изменились структура и качественные характеристики федеральных и территориальных автомобильных дорог (табл. 1.12 и 1.13).

Таблица 1.12

Структура сети федеральных автомобильных дорог Российской Федерации в 1993-2000 гг.

Наименование показателей	По состоянию на 01.01 соответствующего года, в км							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Общая протяженность дорог общего пользования - всего	40201	40622	41052	44166	45442	45931	46205	46356
В том числе:								
с твердым покрытием - всего	39755	39862	40419	43752	45030	45548	45826	46049

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

в том числе с усовершенствованным покрытием	36405	36622	37093	40323	41264	41830	42123	42298
Из них:								
цементобетонные	3005	3056	3229	3485	3922	3995	3694	3716
асфальтобетонные и другие с применением вяжущих материалов	33400	33566	33864	36838	37342	37835	38429	38582
С покрытием переходного типа (щебеночные, гравийные и др.)	3350	3240	3326	3429	3766	3718	3703	3751
Грунтовые	446	760	633	414	412	383	380	307
Дороги общего пользования с твердым покрытием по категориям:								
I	2175	2097	2176	2345	2563	2554	2721	3060
II	14228	14763	15310	16602	16971	17456	17546	17860
III	19434	19939	19963	20606	21298	21082	21327	21090
IV	3610	2774	2857	3088	3003	3250	3052	2939
V	308	289	1013	1111	1195	1206	1180	1100

Таблица 1.13

Структура сети территориальных автомобильных дорог Российской Федерации в 1993-2000 гг.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Наименование показателей	По состоянию на 01.01 соответствующего года, в км							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Общая протяженность дорог общего пользования - всего	425694	448437	477919	487258	513087	523105	527331	532650
В том числе:								
С твердым покрытием - всего	379332	400129	422397	435287	454972	465171	471550	479288
в том числе с усовершенствованным покрытием	238631	254030	268373	278604	291209	300294	305784	311739
Из них:								
цементобетонные	5981	6308	6459	6491	6622	6644	6649	6574
асфальтобетонные и другие с применением вяжущих материалов	232650	247722	261914	272113	284587	293650	299135	305165
С покрытием переходного типа (щебеночные, гравийные и др.)	139793	146099	154024	156683	163763	164877	165766	167549
Грунтовые	46338	48308	55522	51971	58115	57934	55780	53363
Дороги общего пользования с твердым покрытием по категориям:								
I	495	597	548	617	780	760	787	846

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

II	9039	9814	9164	8189	8843	8122	8569	9019
III	85736	87710	87757	86123	93890	87656	87133	88055
IV	246994	250489	266452	280093	282935	296020	299653	302652
V	37068	51519	58476	60355	68524	72613	75408	78716

1.3. Общие требования к техническому уровню и эксплуатационному состоянию автомобильных дорог

Конечная цель деятельности дорожно-эксплуатационной службы - поддержание и непрерывное повышение качества дорог, т.е. их технического уровня и эксплуатационного состояния или транспортно-эксплуатационного состояния (ТЭС АД), в соответствии с ростом интенсивности движения и нагрузки на дороги при минимальных затратах трудовых, материально-технических и энергетических ресурсов.

Технический уровень - степень соответствия постоянных (не меняющихся в процессе эксплуатации или меняющихся только при реконструкции и капитальном ремонте) геометрических параметров, характеристик дороги и ее сооружений нормативным требованиям. Это проектная ширина проезжей части и земляного полотна, длины прямых и кривых, протяженность и крутизна подъемов и спусков, высота насыпи и глубина выемки, габариты и грузоподъемность мостов и путепроводов, элементы обустройства и др.

Эксплуатационное состояние - степень соответствия переменных параметров и характеристик дороги, инженерного оборудования, организации и условий движения, изменяющихся в процессе эксплуатации в результате воздействия транспортных средств, метеорологических условий, и уровня содержания нормативным требованиям. Это прочность дорожной одежды, состояние поверхности дороги и фактически используемая ширина проезжей части и обочин, сцепные качества и ровность покрытия, состояние инженерного оборудования, разметки дорог, въездов и переездов и т.д.

К основным транспортно-эксплуатационным показателям автомобильных дорог (ТЭП АД) и дорожных сооружений относят обеспеченную скорость и пропускную способность, уровень загрузки дороги, непрерывность и безопасность движения, допустимую осевую нагрузку и грузоподъемность (или общую массу) автомобилей и автомобильных поездов.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Скорость, пропускная способность, безопасность и непрерывность движения автомобилей - важнейшие обобщающие показатели, которые отражают транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог в различные периоды года и погодно-климатические условия, а также эффективность мероприятий и работ по ремонту и содержанию дорог и организации движения. Транспортно-эксплуатационные показатели дорог зависят от их технического уровня и эксплуатационного состояния.

Основные параметры проектируемых и сдаваемых в эксплуатацию дорог должны удовлетворять требованиям СНиП 2.05.02-85 (табл. 1.14 и 1.15).

Таблица 1.14

Основные технические нормы и транспортно-эксплуатационные показатели

Параметры дороги	Категория дороги					
	I-а	I-б	II	III	IV	V
Расчетная интенсивность движения в транспортных единицах, авт./сут.	³7000	³7000	3000-7000	1000-3000	100-1000	<100
Основная расчетная скорость для проектирования элементов плана, продольного и поперечного профилей, км/ч	150	120	120	100	80	60
То же, допустимая на трудных	120	100	100	80	60	40

участках пересеченной местности, км/ч						
То же, допустимая на трудных участках горной местности, км/ч	80	60	60	50	40	30
Число полос движения	4; 6; 8	4; 6; 8	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3	-
Ширина проезжей части, м	15; 22,5; 30	15; 22,5; 30	7,5	7,0	6,0	4,5
Ширина обочин, м	3.75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
Наименьшая ширина укрепленной полосы обочины, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	-
Наименьшая ширина разделительной полосы между разными	6	5	-	-	-	-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

направлениями движения, м						
Наименьшая ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	1,0	1,0				
Ширина земляного полотна, м	28.5;36;43,5	27,5;35;42,5	15	12	10	8
Тип дорожной одежды	Капитальный	Капитальный	Капитальный	Капитальный облегченный	Капитальный облегченный, переходный	Облегченный, переходный, низший

Таблица 1.15

Нормы проектирования дорог в плане и продольном профиле

Расчетная скорость, км/ч	Наибольший продольный уклон, ‰	Наименьшее расстояние видимости, м		Наименьший радиус кривых, м		
		для остановки	встречного автомобиля	основных в плане	вертикальных выпуклых	основных вертикальных вогнутых
150	30	300	-	1200	30 000	8000
120	40	250	450	800	15 000	5000

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

100	50	200	350	600	10 000	3000
80	60	150	250	300	5000	2000
60	70	85	170	150	2500	1500
50	80	75	130	100	1500	1200
40	90	55	110	60	1000	1000
30	100	45	90	30	600	600

Под расчетной скоростью понимают максимальную обеспеченную по условиям безопасности движения, взаимодействия с дорогой и динамическим характеристикам скорость легкового автомобиля на увлажненном покрытии в эталонных условиях погоды, которым соответствует летнее время при температуре воздуха 20 °С, относительной влажности воздуха 50 %, отсутствии ветра и при атмосферном давлении 1013 МПа. Полностью эталонные условия, принятые в системе ВАДС, приведены в табл. 1.16.

Таблица 1.16

Системы комплекса ВАДС и их параметры	Эталонные значения
Дорожные условия	
Параметры дороги:	
прямой горизонтальный участок, продольный уклон, ‰	0
ширина полосы движения, м	3,75

ширина краевой укрепленной полосы, м	0,75
ширина обочины, м	3,75
в том числе укрепленной, м	2,50
геометрическая видимость встречного автомобиля, м	750
Состояние покрытия:	
шероховатое, коэффициент сцепления сухого покрытия	0,7
увлажненного покрытия	0,6
ровность, просвет под трехметровой рейкой, мм	5
сумма неровностей по ПКРС-2, см/км	300
сопротивление качению	0,01-0,02
Условия погоды:	
период года	Лето
температура воздуха, °С	20
относительная влажность воздуха, %	50
интенсивность осадков, мм/мин	0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

скорость ветра, м/с	0
метеорологическая дальность видимости, м	>750
давление, МПа	0,1013
Расчетный автомобиль:	
тип	ВАЗ-2107; ГАЗ-24
максимальная скорость, км/ч	152; 147
ширина колеи, мм	1365; 1470
габаритная ширина, мм	1620;1820
длина кузова, мм	4128; 4735
максимальная мощность двигателя, кВт	56,6; 69,9
полная масса, кг	1430; 1820

В неблагоприятных погодно-климатических условиях допускается снижать максимальную обеспеченную скорость по сравнению со скоростью, принятой для проектирования элементов плана и продольного профиля, но не более 25 % в расчетные по условиям движения осенне-весенний и зимний периоды и, как исключение, не более 50 % в зимний период при гололеде, метелях и сильных снегопадах.

Технический уровень и эксплуатационное состояние дорог должны соответствовать требованиям, установленным к основным транспортно-эксплуатационным показателям проектируемых дорог и дорожных сооружений. Эти требования, относящиеся к строительству и реконструкции дорог,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

распространены на всю сеть дорог, часть которых построена по старым техническим нормативам и может не удовлетворять современным требованиям.

Автомобильные дороги предназначены для движения различных типов автомобилей с установленными стандартами и нормами весовых параметров и габаритов: легковых, грузовых, автобусов и автопоездов.

Как любое инженерное сооружение, дорога может обеспечивать пропуск только тех нагрузок и в том количестве, на которые она рассчитана при проектировании. Между тем прогресс в автомобилестроении приводит к непрерывному совершенствованию и изменению типов автомобилей, модели которых меняются через каждые несколько лет. Существует устойчивая тенденция к увеличению грузоподъемности и более широкому использованию многоосных автомобилей и автопоездов.

Нормами проектирования установлены расчетные перспективные сроки для обоснования параметров автомобильных дорог: 20 лет для определения расчетной интенсивности, категории дороги и расчетной скорости, в соответствии с которыми назначаются геометрические параметры дорог, и 10-18 лет для выбора типа дорожной одежды и определения ее прочности в зависимости от срока службы. Предполагается, что в течение этих сроков по дорогам будут двигаться автомобили, весовые параметры и габариты которых не будут превышать расчетные. Поэтому во всех странах существуют стандарты и нормы на габариты автомобилей и нагрузки от них, которые обязана соблюдать автомобильная промышленность и к которым приспосабливают нормы на элементы автомобильных дорог.

В России требования к габаритным размерам автомобилей, разрешенных для движения по дорогам общего пользования, ограничивают их высоту 4 м, ширину 2,5 м, а предельную длину 12-24 м в зависимости от типа автомобиля.

Автомобили различных типов и степени загрузки, следуя по дороге в одном направлении с различными скоростями, образуют транспортный поток. Очевидно, чем больше автомобилей движется в потоке, тем более высокие требования должны быть предъявлены к техническому уровню и эксплуатационному состоянию дороги. При обосновании требований к разным элементам дороги используют различные характеристики транспортного потока.

Для определения числа полос движения, ширины проезжей части и земляного полотна решающее значение имеет интенсивность движения, в данном случае условно приведенная к легковому автомобилю. Для этого вводят коэффициенты приведения, характеризующие, сколько легковых автомобилей могло бы проехать по участку дороги за время проезда одного грузового автомобиля, автобуса или автопоезда.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В соответствии со СНиП 2.05.02-85 приняты коэффициенты приведения, значения которых указаны в табл. 1.17.

Таблица 1.17

Тип транспортного средства	Коэффициент приведения
Легковые автомобили	1,0
Мотоциклы и мопеды	0,5
Грузовые автомобили грузоподъемностью 2-14 т	1,5-3,5
Автопоезда длиной 12-30 м	3,5-6,0

Параметры основных типов транспортных средств, используемых на сети автомобильных дорог общего пользования, приведены в табл. 1.18.

Таблица 1.18

Параметры некоторых часто встречающихся типов транспортных средств на сети дорог общего пользования

Транспортное средство	Грузоподъемность, т	Осевая нагрузка, кН	Коэффициент приведения
Легковые автомобили			
«Ока», «Жигули», УАЗ-469, «Нива», «Москвич», «Волга», ЛуАЗ-969	-	-	1
Автобусы			
УАЗ-452В, РАФ-2203	-	-	1

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

КАВЗ-685	-	48-45	1,75
ПАЗ	-	45-52,9	1,75
ЛАЗ	-	71-93	2,5
ЛиАЗ-677	-	83,1	2,5
Грузовые автомобили			
ИЖ	0,35-0,4	-	1
УАЗ-451, УАЗ-452	0,8-1,0	-	1
ГАЗ-52	2,5	36-39,4	1,6
ГАЗ-53	4,0	55,9	1,75
ЗИЛ-45067, ЗИЛ-45065	5,3-5,7	82	2,0
ЗИЛ-133Д4	10,0	142*	2,65
ГАЗ-66	2,0	30,7	1,5
КамАЗ-55102, КамАЗ-5320	7,0-8,0	109,3*	2,5
КамАЗ-53212, ЗИЛ-4516	10,0	140*	2,65
МАЗ-5335	8,0	100	2,5

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

МАЗ-53352	8,4	100	2,5
Грузовые автомобили-самосвалы			
САЗ-3504, САЗ-5303	2,25-2,4	37	1,5
САЗ-3502, ГАЗ-САЗ-53	3,2-3,55	55	1,6
ЗИЛ-4508, ЗИЛ-45085	5,5-5,8	79,7	1,9-2,0
КамАЗ-55111	13,0	167*	2,85
КрАЗ-65034	18,0	247*	3,5
Автомобильные поезда на седельном тягаче			
ГАЗ-52-06	4,3	33	2,8
ЗИЛ-130В-1	7,5	60	3,0
КамАЗ-5410	14,2	110*	3,6
КамАЗ-54112	20,0	180*	4,0
МАЗ-504В	20,0	180*	4,0
МАЗ-5429	13,5	100	3,6
МАЗ-5432	20,0	180*	4,0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

МАЗ-6422	26,2	180*	4,6
Автомобильные поезда с прицепом			
ЗИЛ-130	11,5	79	3,5
КамАЗ-5320	16,0	57,5	3,75
КамАЗ-53212	20,0	140*	4,0
МАЗ-5335	16,0	100	3,75

Примечания: 1. Звездочкой обозначена полная нагрузка на тележку автомобиля. 2. Коэффициент приведения для автобусов и специальных автомобилей принимают как для базовых автомобилей соответствующей грузоподъемности. 3. Для пересеченной и горной местности коэффициент приведения увеличивают в 1,2 раза.

Для расчета толщины дорожной одежды наиболее важен размер нагрузки, передаваемой от колес автомобилей на дорожную одежду. Один проезд тяжелого грузового автомобиля оказывает на дорогу более разрушительное воздействие, чем проход большого числа легких автомобилей. Это обстоятельство учитывают пересчетом фактической интенсивности движения в интенсивность эквивалентную, условно приведенную к одной из расчетных нагрузок группы А или группы Б.

В соответствии с СНиП 2.05.02-85 нагрузку на одиночную наиболее нагруженную ось двухосного автомобиля для расчета прочности дорожных одежд и проверки устойчивости земляного полотна принимают для дорог I-IV категорий 100 кН (10 тс) (автомобили группы А), для дорог V категории 60 кН (6 тс) (автомобили группы Б), а при двух спаренных осях - 180 кН (18 тс) и 100 кН (10 тс) соответственно.

В соответствии со сложившейся и перспективной интенсивностью движения и другими экономическими данными каждой дороге, а в некоторых случаях и отдельным ее участкам присваивают определенную категорию. Категорией, присвоенной дороге, руководствуются также при разработке проектов реконструкции и капитального ремонта ее отдельных участков, больших мостов и дороги в целом. Это обеспечивает комплексность и взаимную увязку ремонтных работ, исключает переделки ранее отремонтированных участков.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Согласно «Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа» ВСН 46-83, введенной в действие с 1.01.1984 г., в качестве расчетных принимались характеристики нагрузки, приведенные в табл. 1.19.

Таблица 1.19

Транспортные средства	Номинальная статическая нагрузка на ось, кН	Нормированная нагрузка, передаваемая дорожной одежде колесом автомобиля, кН		Среднее удельное давление P колеса на покрытие, МПа	Расчетный диаметр колеса автомобиля, см	
		неподвижного $Q_{н.норм}$	движущегося $Q_{д.норм}$		неподвижного	движущегося
Автомобили группы:						
А	100	50	65	0,6	33	37
Б	60	30	39	0,5	28	32
Автобусы группы:						
А	110	55	72	0.6	34	39
Б	70	35	46	0,5	30	34

Влияние нагрузки от легковых автомобилей при расчете прочности дорожных одежд не учитывается.

Расчетная интенсивность воздействия нагрузки определяется как среднесуточное приведение к расчетной нагрузке числа проездов всех колес (как ведущих, так и ведомых), расположенных по одному борту автомобилей, в

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

пределах одной полосы проезжей части. Коэффициенты приведения различных типов автомобилей к расчетной нагрузке группы А и Б даны в табл. 1.20.

Таблица 1.20

Марка транспортного средства или прицепа	Грузоподъемность, т	Статическая нагрузка от заднего колеса, кН	Коэффициент приведения к расчетной нагрузке	
			Группа А	Группа Б
ГАЗ-53А	4,0	28,0	0,08	0,74
ЗИЛ-130	5,0	34,0	0,20	1,94
МАЗ-500А	8,0	50,0	1,04	-
КамАЗ-5320	8,0	27,3	0,27	2,25
КрАЗ-25851	12,0	43,7	2,34	-
МАЗ-8926	8,0	30,0	0,21	2,0

В связи с тем, что большинство грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов, работающих на автомобильных дорогах общего пользования, имеют осевую нагрузку, превышающую 60 кН, а многие и 100 кН, возникла необходимость проектирования дорожных одежд всех дорог на пропуск автомобилей с осевой нагрузкой группы А. Поэтому межгосударственными отраслевыми дорожными нормами МОДН 2-2001 «Проектирование нежестких дорожных одежд», принятыми Межправительственным советом дорожников, предусматриваются для реализации с 15.04.2001 г. повышенные значения расчетной нагрузки (табл. 1.21).

Таблица 1.21

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Группа расчетной нагрузки	Нормативная статическая нагрузка на ось, кН	Нормативная статическая нагрузка на поверхность покрытия от колеса расчетного автомобиля $Q_{расч}$, кН	Расчетные параметры нагрузки	
			удельное давление P, МПа	диаметр круга отпечатка колеса D, см
A_1	100	50	0,60	37/33
A_2	110	55	0,60	39/34
A_3	130	65	0,60	42/37

Примечание. В числителе - для движущегося колеса, в знаменателе - для неподвижного.

Значение суммарного коэффициента приведения определяют по формуле:

$$S_{жсум} = \sum_{1}^{n} S_n,$$ где

(1.1)

n - число осей у данного транспортного средства;

S_n - коэффициент приведения номинальной динамической нагрузки от колеса каждой из n осей транспортного средства к расчетной нагрузке.

Коэффициент приведения нагрузок S_n определяют по формуле

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$S_n = \left(\frac{Q_{дн}}{Q_{расч}} \right)^b,$$ где

(1.2)

$Q_{дп}$ - номинальная динамическая нагрузка от колеса на покрытие;

$Q_{расч}$ - расчетная динамическая нагрузка от колеса на покрытие;

b - показатель степени, принимаемый равным:

4,4 - для капитальных дорожных одежд;

3,0 - для облегченных дорожных одежд;

2,0 - для переходных дорожных одежд.

Номинальная динамическая нагрузка $Q_{дп}$ определяется по паспортным данным на транспортное средство с учетом распределения статических нагрузок на каждую ось:

$Q_{дп} = K_{дин} \times Q_п$, где

(1.3)

$K_{дин}$ - динамический коэффициент, принимаемый равным 1,3;

$Q_п$ - номинальная статическая нагрузка на колесо данной оси.

При определении расчетного значения номинальной статической нагрузки для многоосных автомобилей фактическую номинальную нагрузку на колесо, определяемую по паспортным данным, следует умножать на коэффициент, учитывающий число осей в тележке, расстояние между крайними осями автотранспортного средства и капитальность дорожной одежды.

Величину этого коэффициента определяют по формуле:

$$K_c = a - b\sqrt{Б_т - c},$$ где

(1.4)

$Б_т$- расстояние между крайними осями автотранспортного средства, м;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

a, *b*, *c* - параметры, определяемые в зависимости от капитальности дорожной одежды и числа осей тележки, - принимают по табл. 1.22.

Таблица 1.22

Вид тележки	a	b	c
Двухосная	1,7/1,52	0,43/0,36	0,5/0,5
Трехосная	2,0/1,60	0,46/0,28	1,0/1,0

Примечание. В числителе - для капитальных и облегченных типов дорожных одежд, в знаменателе - для переходных.

Приближенно значения суммарного коэффициента приведения $S_{m\text{сум}}$ можно принимать по табл. 1.23.

Таким образом, существует прямая связь с изменением весовых параметров автомобилей и повышением требований к прочности и работоспособности дорожных одежд. В принципе эта зависимость вполне закономерна. Проблема состоит в том, что существует большой временной разрыв между периодом возрастания осевых нагрузок и периодом отражения возросших требований в нормах на проектирование новых дорог и, тем более, между периодом приведения в соответствие с этими требованиями существующей сети дорог.

Таблица 1.23

Тип автомобиля	Коэффициент приведения к расчетной нагрузке $S_{m\text{сум}}$		
	A_1	A_2	A_3
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью 1-2 т	0,005	0,003	0,0015
Средние, грузоподъемностью 2-5 т	0,2	0,13	0,063

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Тяжелые, грузоподъемностью 5-8 т	0,7	0,46	0,22
Очень тяжелые, грузоподъемностью более 8 т	1,25	0,82	0,40
Автобусы	0,7	0,46	0,22
Тягачи с прицепами	1,5	0,99	0,47

В итоге в России к началу XXI века сложилась сеть автомобильных дорог общего пользования, значительная часть которой не в состоянии пропускать современные транспортные средства.

1.4. Состояние дорожной сети и его влияние на работу автомобильного транспорта

На содержание автомобильного транспорта и дорожной сети расходуются огромные материальные, финансовые и технические ресурсы. Следовательно, все более важной становится проблема повышения эффективности этих расходов как части управления процессом автомобилизации страны, т.е. развитием и совершенствованием автодорожной системы в целом и отдельных ее подсистем, в том числе и сети автомобильных дорог.

Только на содержание и ремонт существующих федеральных дорог расходы возросли с 2205,1 млрд. неденоминированных рублей в 1995 г. до 12446,5 млн. деноминированных рублей в 2000 г., или более чем в 5 раз (табл. 1.24 и рис. 1.6). Тем не менее развитие и состояние дорожной сети России не отвечает требованиям эффективной работы автомобильного транспорта и не обеспечивает интенсификацию его функционирования.

Таблица 1.24

Исполнение расходной части бюджета федерального дорожного фонда Российской Федерации за 1995-2000 гг.

Наименование показателей	Млрд. рублей			Млн. рублей*		
	1995	1996	1997	1998	1999	2000

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Расходы - всего	9425,10	14121,2	16108,87	19979,38	34122,92	59545,23
В том числе:						
содержание и ремонт сети федеральных автомобильных дорог	2205,10	3722,70	4030,51	5398,25	7603,38	12446,5
% от общей суммы расходов	23,4	26,4	25,0	27,0	22,3	20,9
реконструкция и строительство федеральных автомобильных дорог	2799,70	4124,30	2407,65	6668,11	16388,49	16097,54
% от общей суммы расходов	29,7	29,2	14,9	33,4	48,0	27,0
приобретение дорожно-эксплуатационной техники	276,10	227,70	123,96	217,22	472,08	200,00
% от общей суммы расходов	2,9	1,6	0,8	1,1	1,4	0,4

* С учетом деноминации.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

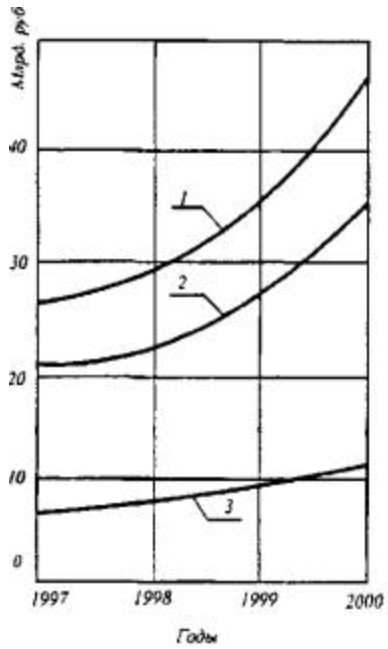


Рис. 1.6. Затраты на ремонт и содержание автомобильных дорог общего пользования в 1997-2000гг.:
1 - всего; 2 - территориальные дороги; 3 - федеральные дороги

Дорожная сеть страны также развивается экстенсивным путем. Это выражается в том, что технические характеристики новых дорог почти не отличаются от старых: расчетная скорость, обеспеченная грузоподъемностью автомобиля и допустимая осевая нагрузка остаются без изменения многие годы. Не увеличиваются сроки службы дорожных одежд и не снижаются затраты на ремонт и содержание, хотя строительная стоимость километра дороги постоянно возрастает. Не уменьшается доля дорожно-транспортных происшествий из-за неудовлетворительных дорожных условий.

Главный недостаток сложившейся дорожной сети - недостаточно прочная одежда на значительном протяжении дорог и низкая несущая способность многих старых мостов. Это объясняется тем, что дорожные одежды, рассчитанные на пропуск автомобилей с осевой нагрузкой 100 кН, многие годы строили только на дорогах I и II категорий, а в 70-х гг. и на дорогах III категории. На дорогах IV и V категорий и в настоящее время строят одежды с расчетом пропуска автомобилей с осевой нагрузкой до 60 кН. В целом по стране таких дорог около 70-80% протяженности дорог общего пользования.

Существенное влияние на износ дорожных одежд оказывает превышение фактических осевых нагрузок автомобилей над расчетными, которое происходит в настоящее время и намечается на перспективу.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

До перевода дорожной сети в состояние, при котором можно пропускать такие нагрузки, необходимо ежегодно ограничивать движение тяжелых автомобилей в весенний расчетный период. Нарушение этих требований может привести к быстрому износу и разрушению автомобильных дорог. По данным AASHO, эквивалентный коэффициент износа дорожных одежд под воздействием автомобилей с различной осевой нагрузкой по сравнению с давлением на ось 60 кН:

Осевая нагрузка, кН	60	80	100	130
Эквивалентный коэффициент износа	1	1,6	2,9	6

Еще одна серьезная проблема - состояние мостов на дорогах, построенных несколько десятилетий назад. Их габариты и техническое состояние не удовлетворяют современным параметрам и нагрузкам автомобилей, а также требованиям безопасности движения. На дорогах низовой сети имеется много деревянных мостов, пригодных для пропуска одиночных автомобилей малой и средней грузоподъемности. Все они требуют скорейшей перестройки. Много железобетонных мостов, проработавших по 25-30 лет и более без капитального ремонта. Поэтому транспортные средства, пропускаемые по мостам, также ограничивают по общей массе.

Одним из главных показателей эффективности функционирования автомобильно-дорожной системы является производительность автомобилей, которая во многом зависит от развития и состояния сети автомобильных дорог.

Годовую производительность автомобиля можно определить по формуле:

$$П = \frac{T \cdot q \cdot K_{гр} \cdot K_{пр} \cdot K_{в} \cdot V \cdot l}{l + V \cdot K_{пр} \cdot t}$$ т×км/год, где (1.5)

T - количество рабочих часов в году;

q - грузоподъемность автомобиля, т;

$K_{гр}$, $K_{пр}$, $K_{в}$ - коэффициенты использования грузоподъемности, пробега и времени;

V - средняя скорость движения, км/ч;

l - длина ездки, км;

t - время под погрузкой и выгрузкой, ч.

Анализ расчетов по этой формуле показывает, что почти все входящие в нее показатели зависят от дорожных условий.

Так, от состояния дорожной сети во многом зависит количество часов в году работы автомобиля на линии. При плохом состоянии сети автомобили часто простаивают из-за поломок, снежных заносов на дорогах, ограничения проезда тяжелых автомобилей в весенний период по дорогам с недостаточной прочностью дорожной одежды или не могут быть использованы из-за недостаточной прочности мостов. Фактическое число часов работы автомобиля в год может колебаться от 1000 до 4000 ч., а годовая производительность автомобиля за счет изменения числа часов работы меняется в несколько раз. Значительно большее влияние на производительность автомобиля оказывает грузоподъемность и средняя скорость его движения (рис. 1.7). За счет увеличения грузоподъемности, например, с 3 т до 10 т производительность может быть увеличена более чем в 3 раза. За счет увеличения средней скорости движения с 30 км/ч до 90 км/ч производительность может быть увеличена почти в 2,4 раза. Однако грузоподъемность автомобиля прямо зависит от допустимой осевой нагрузки, а следовательно, от прочности дорожной одежды и несущей способности мостов.

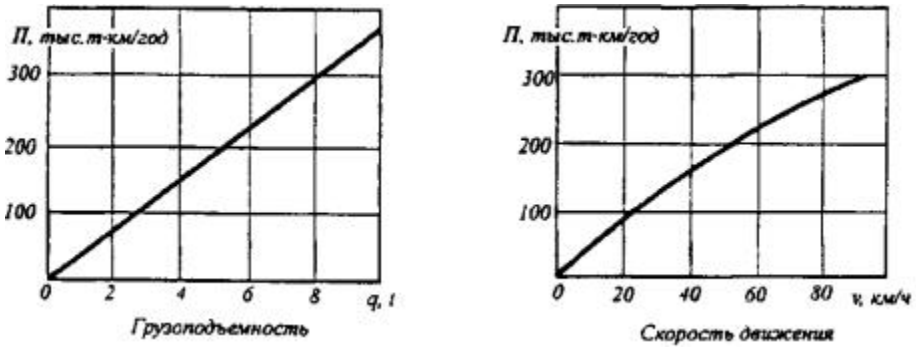


Рис. 1.7. Зависимость производительности автомобиля от его грузоподъемности и скорости

Скорость движения зависит от геометрических параметров дороги, ровности и сцепных качеств дорожного покрытия и его состояния, инженерного оборудования дороги и организации движения, т.е. от уровня содержания дороги.

Эффективность работы автомобильного транспорта характеризуется себестоимостью перевозок, которую можно вычислить по формуле:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$C = \frac{C_{пр}}{П}, \text{ руб./т×км, где}$$

(1.6)

$C_{пр}$ - приведенные годовые затраты на строительство и эксплуатацию дорог, приобретение автомобилей и их эксплуатацию, руб.;

$П$ - производительность автомобиля, ткм/год.

Таким образом, как производительность автомобиля, так и себестоимость перевозок непосредственно зависят от состояния дорог.

Для примера можно рассмотреть зависимость экономических затрат на содержание транспортных средств при работе автомобилей на дорогах с различной ровностью, полученную по материалам Европейского банка развития и реконструкции (ЕБРР), показанную на рис. 1.8, где ровность покрытия приведена в международных единицах IRI, измеряемых в м/км. Как видно из этих данных, при ухудшении ровности от 1 м/км до 8 м/км экономические затраты на транспортные средства возрастают для легковых автомобилей с 8 до 15 центов США/км, а для тяжелых грузовых автомобилей с 26 до 47 центов США/км.

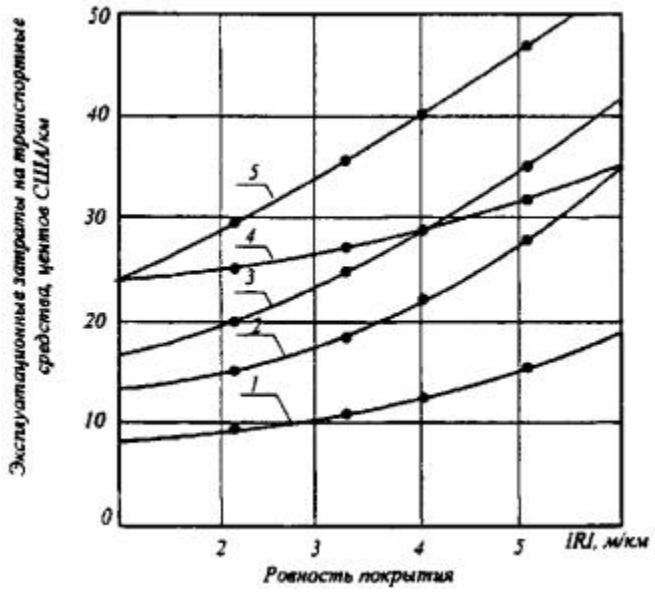


Рис. 1.8. Зависимость затрат на содержание транспортного средства от ровности покрытия (данные США):
1 - легковые автомобили; 2 - пикапы; 3 - средние грузовые автомобили; 4 - междугородние автобусы; 5 - тяжелые грузовые автомобили

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Без значительного повышения технического уровня и эксплуатационного состояния существующих дорог нельзя решить задачу повышения производительности автомобильного транспорта, повышения эффективности затрат на дорожное строительство и эффективности работы всего автомобильного транспорта.

Результаты диагностики и оценки состояния федеральных автомобильных дорог России, а также выборочные обследования дорог субъектов Федерации, выполненные с участием экспертов Мирового банка реконструкции и развития, показали, что по состоянию на конец 2000 г. только приблизительно 40 % протяженности всей сети дорог с твердым покрытием способны обеспечить круглогодичное беспрепятственное движение грузовых автомобилей с осевой нагрузкой 10 тс (100 кН). На остальных дорогах прочность дорожных одежд недостаточна и они нуждаются в крупномасштабных ремонтных работах, связанных с повышением их несущей способности. Выполненные расчеты показали, что для выполнения всех необходимых ремонтных работ потребуется свыше 40 млрд. руб. Учитывая современные темпы проведения ремонтных работ, можно сказать, что период их реализации может составить не менее 15 лет.

В связи с этим необходимой мерой для обеспечения сохранности автомобильных дорог, подтвержденной многолетним опытом развитых зарубежных стран, является сезонное ограничение движения автомобилей по осевым нагрузкам на дорогах с недостаточной несущей способностью дорожных одежд.

Проведенный анализ результатов обследований автомобильных дорог показал, что для сохранения действующей сети дорог необходимо обеспечить следующие объемы и уровни сезонного ограничения движения:

Для федеральных дорог:

на 8 тыс. км (» 20 % сети) - до 8 тс (80 кН);

на 10 тыс. км (» 25 % сети) - до 6 тс (60 кН).

Для дорог субъектов Российской Федерации:

на 48 тыс. км (» 11 % сети) - до 8 тс (80 кН);

на 147 тыс. км (» 35 % сети) - до 6 тс (60 кН);

на 63 тыс. км (» 15 % сети) - до 4 тс (40 кН).

На основе данных учета интенсивности и состава дорожного движения на дорогах общего пользования и руководствуясь приведенными выше уровнями

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

необходимого ограничения движения, можно сделать вывод о том, что в весенне-осенний период на большей части дорожной сети России в течение 1-1,5 месяцев должны быть исключены из состава движения от 30 до 50 % грузовых автомобилей. То есть существенная часть автомобильного парка (около 1,5 млн. единиц) должна в этот период простаивать. Ущерб от простоя может составить около 5 млрд. руб. в год.

Если движение грузовых автомобилей не ограничивать, то масштабы разрушения дорог могут привести к ущербу в 19,5 млрд. руб. в год, что почти втрое превышает объем средств, в среднем ежегодно выделяемых на содержание и ремонт только федеральных автомобильных дорог. Таким образом, временное (сезонное) ограничение движения грузовых автомобилей является объективно необходимым мероприятием для обеспечения сохранности автомобильных дорог. Таков масштаб цели допущенного нарушения взаимосвязи между техническими параметрами транспортных средств и транспортно-эксплуатационными характеристиками автомобильных дорог.

Уровень развития и техническое состояние дорожной сети существенно и многообразно влияют на экономическое и социальное развитие как страны в целом, так и отдельных регионов. Дорожная отрасль вносит существенный вклад в интенсификацию работы автомобильного транспорта, а через него и многих отраслей народного хозяйства.

Чтобы перевести автомобильный транспорт на интенсивный путь развития, необходимо значительно увеличить темпы роста производительности автомобилей. Это главная задача для автомобильного транспорта и дорожного хозяйства. Существует три основных направления совершенствования существующей сети дорог: повышение прочности дорожных одежд и грузоподъемности мостов в целях перевода всех дорог на пропуск автомобилей с осевой нагрузкой 100 кН; улучшение геометрических параметров, ровности, сцепных качеств покрытий и других характеристик дорог с целью повышения средней скорости транспортных потоков; одновременный перевод дорог под нагрузку 100 кН и повышение средней скорости движения.

С позиций работы автомобильного транспорта лучшим вариантом является одновременное повышение осевой нагрузки и средней скорости движения автомобилей. Однако в условиях ограниченных финансовых возможностей могут быть рассмотрены и другие варианты решения этой задачи.

Перевод всей дорожной сети под более высокую осевую нагрузку является одним из наиболее перспективных путей повышения производительности автомобильного транспорта. Чтобы повысить производительность автомобиля таким путем, необходимо организовать выпуск автомобилей с повышенной грузоподъемностью, организовать массовые крупнопартионные перевозки грузов

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

этими автомобилями и перестроить существующую сеть автомобильных дорог и мостов в расчете на пропуск тяжелых автомобилей.

К такому переводу не готова система организации автомобильных перевозок, так как доля крупнопартионных перевозок грузов, на которых выгодно применять большегрузные автомобили, сравнительно невелика. Не подготовлена к пропуску тяжелых автомобилей и сеть автомобильных дорог и мостов. Прежде чем выйти на массовый выпуск автомобилей повышенной грузоподъемности, необходимо реконструировать сотни тысяч километров существующих дорог, значительно усилив дорожную одежду на них, перестроить, усилить и уширить десятки тысяч деревянных и железобетонных мостов. Стоимость такой перестройки и усиления очень высока. Увеличение нагрузки на дорожную сеть приводит к ускоренному износу и разрушению дорог, снижению скорости и производительности автомобилей, к росту потребности в автомобилях для перевозки грузов.

В сложившихся условиях на ближайший период более реальным путем повышения производительности подвижного состава является увеличение не грузоподъемности, а средней скорости движения автомобилей. Этот путь может быть реализован с гораздо меньшими затратами, поскольку он не требует значительного изменения параметров автомобилей (например, мощности двигателя, динамических характеристик и т.д.). Современные грузовые автомобили способны по хорошим дорогам развивать скорость даже в груженом состоянии до 90-100 км/ч, в то время как на большей части существующих дорог она не превышает 40-50 км/ч, т.е. технические возможности автомобилей используются не более чем на половину. Использование этого резерва также возможно только при условии развития и совершенствования дорожной сети.

Но в этом случае на первом этапе не потребуется массового усиления дорог и перестройки мостов. Решая задачу повышения средней скорости движения, следует помнить, что оно может привести к увеличению количества ДТП на дорогах, если одновременно не выполнить всех мероприятий по повышению безопасности движения.

Чтобы существенно повысить среднюю скорость и безопасность движения, необходимо в процессе ремонтов улучшить геометрические параметры плана, продольного и поперечного профиля, расширить проезжую часть, устроить краевые укрепленные полосы и укрепить обочины, улучшить ровность и сцепные качества покрытий. Необходимо также повысить качество содержания дорог и организации дорожного движения, создать полный комплекс дорожного сервиса. Этот путь требует в 3-4 раза затрат меньше, чем перестройка дорог. Поэтому целесообразно на первом этапе там, где нет возможности сразу построить дорогу, выполнить комплекс мероприятий и работ по повышению средней скорости движения автомобилей. Одновременно необходимо ускорить темпы перевода всей дорожной сети под осевую нагрузку 10 т. Таковы основные направления

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

стратегической линии технического прогресса в эксплуатации автомобильных дорог.

1.5. Состояние дорог и безопасность движения

Отрицательное следствие автомобилизации - дорожно-транспортные происшествия, одной из причин которых является недостаточно высокое состояние автомобильных дорог.

Ежегодно в мире на дорогах и улицах погибают около 500 тыс. человек, ранения различной степени тяжести получают до 15 млн. человек. Общий социально-экономический ущерб составляет до 3 % валового национального продукта.

Согласно сведениям комиссии по транспорту ЕЭК ООН, ежегодно публикуемым в специальных справочниках, в первые годы XXI века в 55 странах с наиболее высокой автомобилизацией (Европейские страны, США, Канада, Израиль) в общей сложности регистрируется около 1 млн. ДТП с пострадавшими (половина - в США), в которых число погибших составляет порядка 150 тыс. человек, число раненых - 6 млн. человек.

В период с 1986 по 2001 гг. в России ежегодно совершалось в среднем около 160 тыс. дорожно-транспортных происшествий, в которых погибало около 30 тыс. человек. Начиная с 1992 г. показатели аварийности ежегодно снижались, затем несколько стабилизировались, а с 2002 г. возросли в связи с существенным увеличением количества автотранспортных средств в стране (рис. 1.9), главным образом в крупных городах.

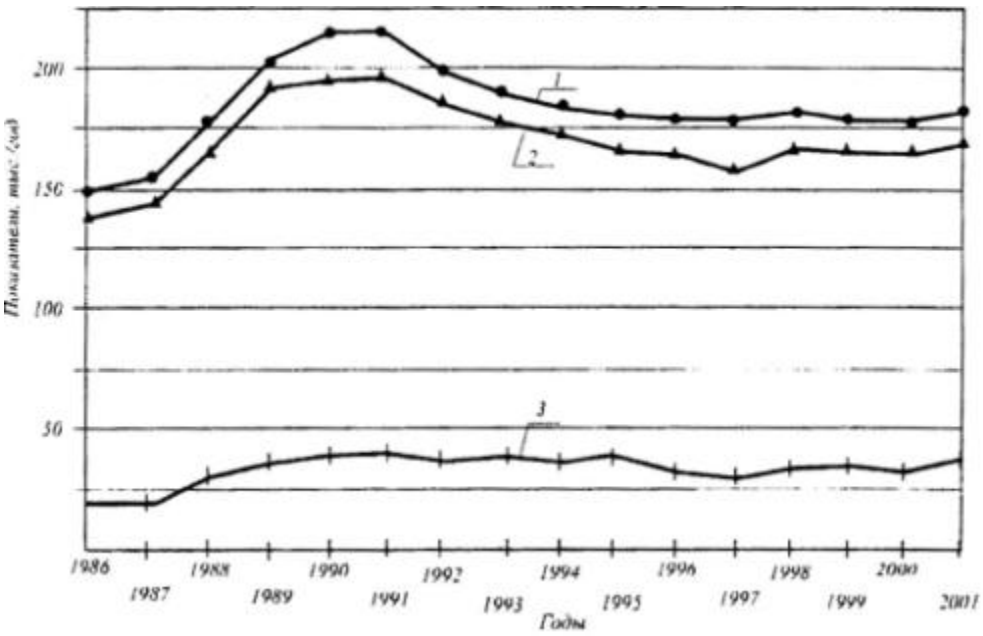


Рис. 1.9. Показатели аварийности в Российской Федерации за период 1986-2001 гг.: 1 - количество раненых в ДТП, тыс. человек; 2 - количество ДТП, тыс.; 3 - количество погибших, тыс. человек

Период снижения и стабилизации числа ДТП явился результатом ряда принятых мер по обеспечению безопасности дорожного движения. В 1995 г. был принят закон «О безопасности дорожного движения», а в 1996 г. Правительством Российской Федерации была утверждена Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в России на 1996-1998 гг.» (в дальнейшем пролонгированная до 2001 г.). В качестве основной цели Программы было установлено 10-15 %-е снижение аварийности на дорогах России. В целях стабилизации и сокращения уровня аварийности на дорогах России намечена реализация дополнительных крупных мер, в том числе связанных с развитием и совершенствованием состояния дорожной сети в соответствии с принятой Правительством Российской Федерации федеральной целевой программой «Модернизация транспортной системы России» на 2002-2010 гг.

В целом в большинстве экономически развитых стран мира за последние 10 лет несмотря на увеличение парка транспортных средств наблюдается снижение аварийности. Эти данные свидетельствуют, что решение проблемы безопасности дорожного движения является предметом эффективно проводимой государственной политики в этой сфере, реализации программ, направленных на сокращение аварийности (табл. 1.25).

Таблица 1.25

№ п/п	Страна	Число ДТП, тыс.		Снижение (увеличение) числа ДТП за период 1990-1999 гг., ±%	
		всего	в том числе вне населенных пунктов	всего	в том числе вне населенных пунктов
1	2	3	4	5	6
1	США	2091,0	-	-3,3	-
2	ФРГ	395,7	143,6	+1,6	+1,6

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

3	Соединенное Королевство	242.6	66,7	-8,6	-4,9
4	Италия	219.0	55,6	+35,4	+35,6
5	Российская Федерация	184,4	52,1	-6,7	+5,2
6	Канада	150.9	-	-17,2	-
7	Франция	124,5	41,6	-23,4	-11,7
8	Испания	97,8	44,8	-3,6	-5,3

Примечание. Для России взят период сравнения 1991-2002 гг.; прочерк в таблице означает отсутствие соответствующих данных.

Тяжесть последствий ДТП является одним из важнейших показателей, характеризующих состояние аварийности. В табл. 1.26 представлены сведения об абсолютном числе пострадавших в ДТП для стран с большой численностью погибших и раненых по состоянию на 1999 г. (для Российской Федерации - 2002 г.).

Таблица 1.26

№ п/п	Страна	Число погибших		Число раненых	
		всего	в том числе вне населенных пунктов	всего	в том числе вне населенных пунктов
1	2	3	4	5	6
1	США	41 611	25 717 (61,8)*	3 236 000	-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

2	Российская Федерация	33 243	16 732 (50,3)	215 678	68 002 (31,5)
3	Франция	8 029	5 650 (70,4)	167 572	62 748 (37,4)
4	ФРГ	7 772	5 894 (68,4)	521 127	211 982 (40,7)
5	Италия	6 633	3 886 (58,6)	316 698	91 563 (28,9)
6	Испания	5 738	4 709 (82,1)	142 894	74 145 (51,9)
7	Соединенное Королевство	3 564	2 025 (56,8)	330 195	98 526 (29,8)
8	Канада	2 927	-	193 444	-

* Цифры в скобках - % от общего числа погибших.

Российская Федерация занимает второе место после США как по числу погибших, так и раненых в ДТП. Следует подчеркнуть тот факт, что доля пострадавших на внегородских участках дорог в Российской Федерации ниже, чем в других странах, поскольку наибольшее число ДТП и, соответственно, пострадавших приходится на города. В целом в Российской Федерации, согласно сведениям официальной статистики, до 1997 г. наблюдалась тенденция снижения числа раненых и погибших в ДТП, однако, начиная с 1998 г., наметился рост числа пострадавших.

Российская Федерация занимает одно из самых первых мест по тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий. Число погибших на 100 ДТП в России в 8-10 раз больше, чем в США, Канаде и других странах с высоким уровнем автомобилизации. Такое же соотношение характерно для числа погибших на 100 тыс. ед. транспортных средств. Это свидетельствует о наличии больших резервов в решении проблемы безопасности дорожного движения в России.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Исследования показывают, что безопасность движения представляет собой одно из важнейших потребительских свойств автомобильных дорог и характеризует надежность функционирования комплекса «водитель - автомобиль - дорога - среда» и его основных систем «дорожные условия - транспортные потоки» и «условия движения - режим движения автомобилей».

Каждое ДТП совершается, как правило, в результате неблагоприятного сочетания нескольких факторов, тесно связанных одного с другим. Оценить в каждом случае долю участия составляющих комплекса «водитель - автомобиль - дорога - среда» могут только специалисты, оснащенные современными приборами и оборудованием.

Особое место в обеспечении безопасности движения принадлежит дорожным условиям, т.е. транспортно-эксплуатационным характеристикам дорог, хотя к наиболее весомым факторам, влияющим на безопасность дорожного движения, обычно относят ошибки водителей (так называемый человеческий фактор). По официальной статистике, виновность водителя в совершении ДТП фиксируется почти в 90 % случаев, а на влияние дорожных условий официально отводят 10-20 % поломки транспортных средств, как причина возникновения ДТП регистрируются в 5 % случаев.

Вместе с тем результаты отечественных и зарубежных исследований свидетельствуют, что возникновение значительной части ДТП является следствием влияния отдельных неблагоприятных факторов дорожных условий или их сочетаний. Так, в исследованиях условий движения на дорогах в равнинной местности и на горных дорогах выявлено косвенное влияние неблагоприятных дорожных факторов, соответственно в 60-75 % и 47,3 % ДТП, причем было установлено, что влияние дорожных условий на процесс возникновения ДТП следует рассматривать в качестве фактора, стимулирующего ошибки водителей в выборе режима движения автомобиля, снижение надежности его работы ввиду неверного восприятия дорожных условий.

Официально регистрируемая ГИБДД доля ДТП, в которых неблагоприятные дорожные условия способствовали их возникновению, являлась стабильной в течение целого ряда лет, и, как правило, не превышающая 12 % от всех ДТП, начиная с 2000 г., получила тенденцию к росту благодаря, главным образом, формальным мерам по расширению учета несоответствия параметров дорог нормам на проектирование (с 5,8 % в 1998 г. до 17,0 % в 2002 г.). В результате общая доля ДТП, связанных с дорожными условиями, например на федеральных дорогах, превысила 20 %.

Из числа дорожных самыми частыми причинами ДТП являются скользкость, недостаточная ровность покрытия и другие факторы, зависящие от уровня содержания дорог (табл. 1.27).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Таблица 1.27

Элементы и характеристики дорог как причины происшествий	Дороги федеральные	Другие дороги
Скользкое покрытие	60,3	45,1
Покрытие с неровностями	9,6	20,5
Плохое содержание дорог в зимнее время	7,6	4,7
Плохое содержание, недостаточная ширина или отсутствие обочин	6,0	6,1
Отсутствие знаков, разметки в необходимых местах, плохая видимость знаков днем и ночью	4,8	5,2
Сужение проезжей части дорожно-строительными машинами или материалами, отсутствие ограждений в местах производства работ	2,7	4,4
Отсутствие карманов для остановки автобусов, тротуаров и пешеходных дорожек	1,4	1,5
Отсутствие удерживающих ограждений, большой уклон, малый радиус кривой в плане, несоответствие габаритов моста, оборудования железнодорожных переездов требованиям и другие недостатки	6,7	10,9

Более полное представление о роли дорожных условий дают специальные обследования дорог группами специалистов с использованием передвижных дорожных лабораторий. Такие обследования в широких масштабах выполнены сотрудниками МАДИ, Росдорнии и многих других институтов. Их анализ позволяет разделить причины каждого происшествия на группы по степени влияния: главная или основная причина, оказавшая наибольшее влияние на возникновение ДТП; активные причины или факторы (их обычно несколько), в значительной мере способствующие его возникновению; косвенные или второстепенные (их тоже, как правило, несколько), оказывающие незначительное влияние. Исследования показывают, что ошибки водителей в управлении

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

автомобилем и нарушение правил дорожного движения действительно являются главной причиной большинства происшествий. Но эти ошибки и нарушения очень часто связаны с недостатками автомобильных дорог и неблагоприятными погодными условиями, которые в 50-80 % случаев являются одной из активных или косвенных причин, **а в 15-20 % случаев главной причиной происшествий**.

Роль технического уровня и состояния дорог в безопасности движения особенно четко проявляется в неблагоприятные периоды года. Существуют определенные закономерности распределения количества ДТП по сезонам года [2, 10].

Минимальное количество происшествий отмечается зимой. Весной начинается рост количества происшествий, который продолжается все лето и достигает максимума осенью, когда высокая интенсивность движения сочетается с неблагоприятными погодными условиями. Количество происшествий при неблагоприятном состоянии дорог, вызванном действием различных метеорологических факторов, колеблется в широких пределах и зависит как от климата, так и от технического уровня и уровня содержания дорог (табл. 1.28).

Таблица 1.28

Дороги областей	Количество ДТП, %, при состояниях дорожных покрытий			
	сухое	мокрое, грязное, скользкое	снежное накатанное	Обледенелое
Ростовской	80,4	16,5	1,2	1,9
Самарской	71,9	13,8	11,3	3,0
Московской	65,4	20,7	7,8	6,1
Мурманской	41,0	10,0	33,0	16,0

В табл. 1.28 приведены данные по областям, находящимся примерно на одной долготе, расположенных по территории России с юга на север. Из приведенных данных видно, что чем севернее расположена территория, тем больше погодные условия влияют на дорожно-транспортные происшествия. Наиболее опасными являются условия движения во время дождя, снегопада, при ограниченной видимости (туман, пасмурно) и при действии сильного ветра. Учитывая

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

продолжительность указанных явлений и долю ДТП во время этих явлений, можно установить их относительную опасность (табл. 1.29).

Таблица 1.29

Вид происшествия	Относительная опасность возникновения ДТП при различных состояниях погоды				
	ясно	пасмурно	дождь	снегопад	туман
Столкновение	0,68	1,3	2,4	1,3	3,84
Опрокидывание	0,9	0,99	3,58	0,17	1,76
Наезд на препятствие	0,99	0,77	2,54	1,05	5,96
Наезд на пешехода	0,77	1,25	1,81	1,28	1,69
Наезд на велосипедиста	1,35	0,52	1,89	-	-
Прочие происшествия	1,21	0,72	1,57	0,49	1,85
Все вместе	0,75	1,11	2,36	1,08	2,32

Возрастающие объемы автомобильных перевозок, увеличение скоростей и интенсивности движения и связанный с ними рост числа дорожно-транспортных происшествий предъявляют новые, более высокие требования к техническому совершенству существующих автомобильных дорог, их инженерному оборудованию, транспортно-эксплуатационным характеристикам и организации движения в процессе эксплуатации.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ГЛАВА 2. Роль дорожной службы в управлении состоянием автомобильных дорог

2.1. Общие требования и принципы управления состоянием автомобильных дорог

Эффективность функционирования автомобильных дорог непосредственно зависит от их транспортно-эксплуатационного состояния. Управление транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог в соответствии с современными требованиями движения автомобилей осуществляется в основном дорожно-эксплуатационной службой.

Под транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильной дороги (ТЭС АД) подразумевают комплекс фактических значений параметров и характеристик технического уровня и эксплуатационного состояния в данный момент времени, обеспечивающих ее потребительские свойства или качество.

Общие требования к уровню транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги определяются на стадии ее проектирования, а на стадии эксплуатации дороги этот уровень обеспечивается, поддерживается и при необходимости регулируется (управляется) в результате выполнения дорожно-эксплуатационной службой комплекса профилактических, предупредительных и ремонтно-восстановительных работ.

Процесс управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог является составной частью взаимодействия в более сложной (иерархической) по структуре автомобильно-дорожной системе, главными элементами которой являются подвижной состав (или парк автомобилей, т.е. автомобили всех видов) и путевое хозяйство (или автомобильные дороги со всеми устройствами и сооружениями), конечным продуктом их взаимодействия являются автомобильные перевозки, т.е. доставка пассажиров и грузов, а основным производственным процессом - движение автомобилей по дорогам.

Теоретическими предпосылками управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог и организацией дорожного движения являются следующие положения:

1) в процессе функционирования автомобильно-дорожной системы могут происходить и происходят существенные изменения в состоянии отдельных ее элементов и в их взаимодействии, но несмотря на это конечные результаты функционирования системы (производительность транспортных средств, пропускная и провозная способность дорог, себестоимость перевозок, удобство и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

безопасность движения) в различных природно-климатических условиях могут колебаться, не выходя за допустимые, заранее заданные пределы;

2) взаимодействие элементов в автомобильно-дорожной системе является управляемым процессом; управляемым процессом является и общее функционирование автомобильно-дорожной системы;

3) эксплуатационные качества подсистемы "дорожные условия" (характеризуемой совокупностью геометрических параметров и транспортно-эксплуатационных показателей дороги, непосредственно определяющих режим движения потока транспортных средств) являются управляемыми и могут быть обеспечены в заданных допустимых пределах в различных природно-климатических условиях;

4) транспортно-эксплуатационные характеристики дорог определяются на этапе проектирования в соответствии с их функциональным назначением и могут и должны поддерживаться на заданном уровне в процессе эксплуатации с учетом изменяющихся технико-экономических условий функционирования автомобильных дорог.

Особенностями функционирования автомобильно-дорожной системы являются его случайный характер и децентрализация взаимодействия элементов системы; система включает многочисленные самостоятельно действующие элементы, подвергающиеся управляющим решениям и воздействиям, принятым изолированно друг от друга. Случайный характер функционирования системы обусловлен, в частности, значительным неблагоприятным воздействием вероятностных факторов климата на дорожные условия и вероятностной природой формирования и движения транспортных потоков.

Основными управляемыми элементами системы являются дорожные условия, транспортные потоки и их взаимодействие. Режим движения является главной выходной характеристикой функционирования системы, интегрально отражающей ее эффективность и качество. Режим движения характеризуется скоростью одиночных автомобилей и всего потока, интервалами между автомобилями в потоке (плотность потока), числом обгонов, перестроений и их траекториями, режимом разгонов и торможений.

В процессе функционирования автомобильно-дорожной системы имеются широкие возможности перевода ее из одного состояния в другое при использовании соответствующих управляющих воздействий на отдельные элементы (например, на транспортно-эксплуатационное состояние дорог, на распределение транспортных потоков по сети дорог, на интенсивность и состав транспортного потока) или одновременно на совокупность элементов системы. Во всех случаях одним из основных критериев выбора управляющего воздействия на систему и принятия управляющего решения является экономическая

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

эффективность функционирования автомобильно-дорожной системы, которая оказывает решающее влияние на себестоимость автомобильных перевозок.

Принципиальной основой технико-экономического управления транспортно-эксплуатационным состоянием дорожной сети является обоснование и осуществление комплекса дорожных работ, обеспечивающих планомерное снижение себестоимости автомобильных перевозок.

2.2. Основные задачи и функции дорожно-эксплуатационной службы

Дорожно-эксплуатационная служба предназначена для обеспечения, поддержания и при необходимости повышения уровня транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Функции дорожно-эксплуатационной службы регламентируются техническими правилами ремонта и содержания автомобильных дорог, которые предусматривают осуществление ею следующих основных функциональных обязанностей:

государственный учет и паспортизация автомобильных дорог и дорожных сооружений, учет движения, диагностика и оценка состояния, создание и развитие автоматизированного банка данных о состоянии дорог и мостов;

обеспечение требуемого технического и эксплуатационного уровня дорог и дорожных сооружений, безопасности движения транспорта и пешеходов;

организация и выполнение работ по содержанию и ремонту, архитектурному оформлению и благоустройству дорог в соответствии с действующей классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования;

содержание в постоянной исправности и обеспечение эффективного использования основных фондов, предназначенных для эксплуатации автомобильных дорог;

принятие необходимых мер по предотвращению перерывов и ограничений движения, сезонных деформаций и разрушений дорог и искусственных сооружений, по ликвидации последствий стихийных бедствий, своевременное информирование участников движения и заинтересованных организаций об условиях движения на дорогах;

обеспечение совместно с соответствующими органами охраны дорог и дорожных сооружений контроля за соблюдением Правил пользования и охраны автомобильных дорог и дорожных сооружений;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

обеспечение мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда в подразделениях дорожной службы.

Одной из основных обязанностей организации, занимающейся содержанием дорог, является обеспечение сохранности дорог, которое включает в себя комплекс мероприятий по предупреждению преждевременного разрушения и износа проезжей части, земляного полотна, искусственных сооружений и обустройства дорог, а также по сохранению их текущего транспортно-эксплуатационного состояния, экономии и пополнения финансовых ресурсов дорожных фондов на ремонтно-восстановительные работы.

Органы управления дорогами выдают разрешения на пропуск тяжеловесных автотранспортных средств (кроме международного автомобильного сообщения), а также организуют и обеспечивают безопасность в соответствии с положениями действующей Инструкции по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации. В случае выявления фактов несанкционированного проезда или нарушения правил проезда тяжеловесного автотранспортного средства, отклонения его движения от разрешенного маршрута или превышения им разрешенных масс или осевых нагрузок работники передвижного или стационарного пункта весового контроля (СПВК) составляют акт о выявленных нарушениях и информируют о них подразделения ГИБДД МВД России, РТИ Минтранса России и по подчиненности орган управления дорогой.

Органы, осуществляющие управление автомобильными дорогами:

в целях обеспечения сохранности автомобильных дорог устанавливают начало и окончание периода временного ограничения движения на обслуживаемой сети федеральных автомобильных дорог в расчетный период года (весной);

оповещают через средства массовой информации заинтересованные предприятия, учреждения и частных лиц о порядке введения временного ограничения движения по обслуживаемой сети автомобильных дорог;

организуют контроль за проездом транспортных средств, а также установкой необходимых дорожных знаков.

Органы управления дорогами выполняют работы по государственному учету, паспортизации и инвентаризации дорог, представляют в Российский Федеральный дорожный орган информацию по типовым отчетным формам и несут ответственность за достоверность и полноту представленных отчетных данных. К проведению технического учета, паспортизации и инвентаризации могут привлекаться на договорной основе научно-исследовательские, проектно-изыскательские, учебные и другие специализированные организации, имеющие лицензии на проведение подобных работ.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Организации и подразделения дорожно-эксплуатационной службы должны располагать объективными данными о фактических значениях транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог, характеристик их технического уровня и эксплуатационного состояния, в том числе в различные периоды года. Эти данные необходимо систематизировать, обобщать и накапливать в виде линейных документов, основными из которых являются:

паспорт дороги с линейным графиком и сводными таблицами размеров и характеристик конструктивных элементов, технических и экономических показателей;

линейные графики комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги, сезонные линейные графики коэффициентов аварийности и пропускной способности;

график зимнего содержания дорог с указанием сведений о снегозаносимых участках, данных об отложениях снега на контрольных снегомерных пунктах;

карточки мостов и труб, мостовые книги больших мостов и мостовая книга средних и малых мостов;

карточки линейных зданий;

журналы промеров толщины и измерений прочности дорожной одежды;

журналы и графики учета движения;

акты периодического сезонного осмотра дороги;

проектно-сметные документы на работы по ремонту дороги, а также акты приемки этих работ;

различные формы бухгалтерской и статистической отчетности, представляемой в установленном порядке.

Наиболее эффективным способом сбора, обработки и хранения информации о дороге и ее состоянии является создание и практическое использование автоматизированного банка данных на основе электронно-вычислительной техники.

Вместе с тем дорожно-эксплуатационная служба должна проводить ежедневный визуальный осмотр и наблюдение за состоянием дороги и дорожных сооружений, периодически проводить инструментальную проверку состояния дорог и дорожных сооружений, в том числе оценку прочности дорожной одежды и определение

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

коэффициента прочности, проверку грузоподъемности мостов и их общего технического состояния, выполняемую мостоиспытательными станциями.

Организации дорожной службы должны постоянно взаимодействовать с местными административными органами и смежными организациями, в том числе с органами ГИБДД, местными метеорологическими станциями, сельскохозяйственными и лесными организациями, органами связи, автотранспортными и другими предприятиями и организациями.

2.3. Принципы организации дорожной службы и ее производственные подразделения

Дорожно-эксплуатационная служба организована по принципу принадлежности автомобильных дорог общего пользования: государственная служба дорожного хозяйства Минтранса России (Росавтодор) осуществляет управление федеральными автомобильными дорогами, региональные дорожные органы, созданные в каждом субъекте Российской Федерации, осуществляют управление территориальными автомобильными дорогами.

В системе Росавтодора ремонт и содержание автомобильных дорог осуществляется государственными унитарными дорожно-эксплуатационными предприятиями (ДЭП). ДЭП первого типа (ДЭП1) выполняет только работы по содержанию дороги с закреплением обслуживаемого участка. Примерный перечень этих работ включает в себя:

по полосе отвода, земляному полотну и водоотводу: систематическое поддержание полосы отвода в чистоте и порядке. Исправление размытых, разрушенных, пучинистых и оползневых участков земляного полотна, защитных и укрепительных устройств, подводящих и отводящих русл у мостов и труб, исправление системы водоотвода и систематическое поддержание в работоспособном состоянии, подсыпку, срезку и планировку неукрепленных обочин, устранение мелких деформаций и повреждений на укрепленных обочинах, планировку откосов насыпей и выемок (с добавлением при необходимости грунта) с засевом трав и добавлением растительного грунта и проведением необходимых агротехнических мероприятий по созданию устойчивого дернового покрова, скашивание травы и вырубку кустарника на обочинах, откосах, бермах и полосе отвода и уборку порубочных остатков, расчистку обвалов, оползней, селевых выносов, осыпей и камнепадов, ликвидацию съездов в неустановленных местах, профилировку тракторных путей;

по дорожным одеждам: устранение мелких деформации и повреждений (заделка выбоин, просадок, колей и др.), исправление кромок (бордюров) на всех типах покрытий, заливку трещин на асфальтобетонных покрытиях, восстановление и заполнение швов в цементобетонных покрытиях, замену, подъемку или

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

выравнивание отдельных плит цементобетонных покрытий, защиту цементобетонных покрытий от поверхностных разрушений, восстановление и устройство вновь бордюров и укрепительных полос по краям капитальных и облегченных дорожных одежд, восстановление профиля щебеночных и гравийных покрытий, а также грунтовых улучшенных дорог с добавлением материалов, обеспыливание дорог, профилирование грунтовых дорог, восстановление профиля и улучшение проезжей части грунтовых дорог щебнем, гравием, шлаком и другими материалами, очистку дорожных покрытий от грязи, устранение скользкости, вызванной выпотеванием битума, уход за пучинистыми участками дорог, открытие и закрытие воздушных воронок, очистку дорог от снега, уборку снежных валов с обочин. Очистку от снега и льда автобусных остановок, площадок, павильонов, борьбу с зимней скользкостью, наледями. Уборку лавинных отложений, оборудование и содержание зимних автомобильных дорог, в том числе ледовых переправ;

по обустройству дорог, организации и обеспечению безопасности движения: замену поврежденных дорожных знаков, восстановление дорожной разметки, установку и содержание в чистоте и порядке беседок, скамеек, панно и др., окраску обстановки и элементов обустройства дорог, содержание их в чистоте и порядке, содержание в чистоте и порядке автобусных остановок, площадок отдыха и элементов их обустройства, исправление отдельных повреждений элементов архитектурно-художественного оформления дорог, надлежащий уход за этими элементами, уход за дорожным освещением, аварийно-вызывной и технологической связью, уход за посадками и саженцами, обрезку веток для обеспечения видимости, изготовление, установку, разборку и восстановление снегозадерживающих устройств, создание снежных валов и траншей для задержания снега (их периодическое обновление);

прочие работы: охрану автомобильных дорог, ограничение в установленном порядке движения транспорта на дорогах в случаях чрезвычайных ситуаций и весенне-осенней распутицы, оценку состояния автомобильной дороги и искусственных сооружений, формирование и ведение банка данных о состоянии дороги, контроль качества выполняемых дорожных работ на закрепленной сети по строительству, реконструкции, ремонту, содержанию другими подрядными организациями, составление дислокации дорожных знаков и согласование ее с местными органами ГИБДД.

ДЭП второго типа (ДЭП2) специализируется на выполнении объемных видов работ по содержанию и ремонту без закрепления участков дорог, но с определением территории действия. В состав работ ДЭП2 входят:

по дорожным одеждам: ремонт покрытия, устройство поверхностной обработки на всех типах дорожных одежд, восстановление существующих и создание новых баз противогололедных материалов и подъездных путей к ним, бурение и обустройство скважин для добычи природных рассолов, строительство и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

обустройство баз противогололедных материалов, ремиксирование, фрезерование, ремонт покрытия картами, приготовление асфальтобетонных смесей, битумных эмульсий кубовидного щебня, модифицированного битума и т.д.;

по обустройству дорог, организации и обеспечению безопасности движения: установка недостающих дорожных знаков (включая знаки индивидуального проектирования), недостающих ограждений и направляющих устройств, нанесение дорожной разметки, устройство снегозащитных насаждений, засев травой полосы отвода и разделительной полосы, устройство и восстановление шумозащитных сооружений, устройство, оборудование пунктов по учету движения, пунктов весового контроля, дорожных метеопунктов, снегомерных и водомерных постов и других устройств, необходимых для изучения работы дороги, ее отдельных элементов и сооружений.

Перечень и состав работ, выполняемых ДЭПами, может корректироваться с учетом местных условий работы этих предприятий.

Автомобильные дороги закрепляются за ДЭПами исходя из расчета:

I категории - 100 км;

II и III категории - 200 км.

В составе ДЭП1 образуются мастерские участки с зоной обслуживания дорог:

I категории - 20-30 км;

II категории - 30-40 км;

III категории - 40-50 км.

Мастерские участки должны включать необходимый состав дорожных рабочих (ремонтеров) с закреплением за ними обслуживаемого участка дороги, специализированные бригады.

Структура службы содержания и ремонта искусственных сооружений формируется как самостоятельное подразделение в составе дорожной организации. Необходимый уровень транспортно-эксплуатационного состояния искусственных сооружений обеспечивают мостовые и тоннельные службы, которые формируются в зависимости от плотности сооружений на дорожной сети, состава их парка и состояния, руководствуясь технико-экономическими соображениями.

Эти службы предусматривают два уровня:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

специальная группа по искусственным сооружениям в штате аппарата органа управления дорожным хозяйством;

производственное подразделение по содержанию и ремонту мостовых сооружений и тоннелей, которое может быть в составе производственной дорожной службы или в виде специализированной организации независимо от формы собственности, имеющей лицензию на право выполнения работ по ремонту и содержанию искусственных сооружений (на конкурсной основе) но контракту. Рекомендуемый срок контракта 3-5 лет.

Численный состав специальной группы определяется на основании планируемого объема работ и может состоять из 2-4 человек и более. Мостовая или тоннельная группа осуществляет контроль и анализ технического состояния сооружений, сбор информации, ведение автоматизированного банка данных; организует и (при необходимости) проводит инвентаризацию этих сооружений, диагностику и их периодическое обследование; организует пропуск и осуществляет контроль за пропуском негабаритных и тяжеловесных грузов по искусственным сооружениям; организует проведение специальных, предпроектных обследований; обеспечивает хранение технической документации, разрабатывает производственную программу содержания и ремонта сооружений, осуществляет контроль за производственной деятельностью мостовых и других организаций на объектах заказчика, осуществляет постоянный контроль за качеством содержания и ремонта сооружений и сроками выполнения работ, а также участвует в рассмотрении и утверждении проектной документации на ремонт, реконструкцию и новое строительство искусственных сооружений и в других организационных мероприятиях.

Производственные подразделения привлекаются для выполнения комплекса работ по содержанию и ремонту искусственных сооружений. В состав их работ могут входить надзор за сооружениями, уход, профилактика и различные виды ремонта.

Производственные подразделения должно иметь в своем составе:

управленческий аппарат;

группу механизации (база техники с водителями, ремонтные мастерские);

бригады и звенья с численностью в зависимости от объемов работ.

Могут быть созданы также специализированные звенья (3-5 чел.) по содержанию крупных сооружений длиной свыше:

металлических мостов - 200 м;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

железобетонных и сталежелезобетонных мостов - 300 м;

деревянных мостов - 150 м.

В различных субъектах Российской Федерации помимо системы ДЭПов применяются и другие формы организации дорожной службы, которые можно разделить на линейные, сетевые и смешанные.

Линейная форма организации дорожной службы обычно используется для обслуживания магистральных дорог общего пользования, имеющих большую протяженность. На этих дорогах организуют одно или несколько основных и необходимое количество низовых подразделений дорожной службы, обслуживающих участки дороги, протяженность которых назначается в зависимости от категории дороги и вида покрытий.

Сетевая форма организации дорожной службы построена по территориально-производственному принципу и используется преимущественно для обслуживания сети территориальных дорог определенного региона. Протяженность участков дорог, обслуживаемых подразделениями дорожной службы при территориальном принципе ее организации, назначается также в зависимости от категории дороги и вида покрытий.

В некоторых случаях, когда в данном регионе имеются дорожные объекты различного характера, одну часть которых целесообразно обслуживать по линейному принципу, а другую - по территориальному принципу, применяют смешанную форму организации дорожной службы: часть дорожных подразделений региона организуют по линейному принципу, а остальные - по территориальному. Смешанная форма организации дорожной службы наиболее эффективна при компактном расположении дорожных объектов различного характера в пределах ограниченного по площади региона.

В последнее время для выполнения работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог наряду с государственными организациями и предприятиями привлекаются и негосударственные акционерные или частные организации и предприятия, особенно в тех случаях, когда необходимо осуществить значительные объемы работ или работы, специфические по сложности их выполнения или требующие для их выполнения использование уникального технологического оборудования. При этом могут быть применены и другие нетипичные формы организации, как правило, временной дорожной службы.

Низовыми производственно-хозяйственными организационными единицами дорожной службы на дорогах общего пользования могут быть дорожные ремонтно-строительные участки, дорожно-эксплуатационные участки, ремонтно-строительные управления, производственные дорожные участки, дорожно-эксплуатационные строительные участки, дорожные участки и др. В ряде случаев

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

капитальный ремонт автомобильных дорог могут выполнять подрядные дорожно-строительные организации, относящиеся к различным видам собственности (государственная, смешанная или долевая, коллективная или акционерная, частная).

За дорожными организациями закрепляются автомобильные дороги по линейному или территориальному принципу. Протяженность участков, обслуживаемых подразделениями дорожной службы, устанавливают исходя из категории дороги, климатических особенностей, типов покрытий, начертания сети автомобильных дорог и т.п. (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Протяженность участков, обслуживаемых подразделениями дорожной службы

Подразделение дорожной службы	Длина участков, км, при категории дорог и типа дорожной одежды				
	I	II	III	IV	V
	капитальные		облегченные	переходные	низшие
Основное звено службы содержания дорог:					
при линейном принципе	100-170	170-260	170-260	210-260	-
при территориальном принципе	250-300	250-300	250-300	250-300	250-300
Низовое звено службы содержания дорог	30-40	40-50	55-70	70-90	80-100
Пункт содержания больших мостов	На мостах длиннее 300 м				
Пункт обслуживания, содержания разводных мостов	На всех мостах без ограничения длины				

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Пункт обслуживания переправ	На наплавных мостах и паромах

Примечания: 1. Меньшие значения принимают для участков с интенсивностью движения, близкой к верхним пределам для соответствующих категорий дорог, в горной местности, в районах со снежными или песчаными заносами, а также в местах, подверженных размывам, оползням или просадкам, имеющих сложные инженерные сооружения (тоннели, галереи, подпорные и одевающие стены, берегоукрепительные, противооползневые и другие конструкции). 2. Протяженность участков дорог I категории дана для дорог с четырьмя полосами движения. При шести или восьми полосах протяженность дорог снижается соответственно до 0,7 или 0,5 от значений, приведенных в таблице. 3. На федеральных дорогах при необходимости пункты содержания могут быть организованы и на мостах длиной менее 300 м.

В состав дорожных организаций могут входить прорабства, мастерские участки, транспортные подразделения, ремонтные мастерские, лаборатории, асфальтобетонные заводы и другие производственные единицы, не являющиеся самостоятельными предприятиями.

Комплексные бригады (звенья) организуют, как правило, для выполнения несложных малообъемных работ по содержанию и ремонту всех конструктивных элементов дороги. Специализированные бригады (звенья) создают для содержания и ремонта отдельного конструктивного элемента или выполнения отдельных объемных видов работ. Для проведения крупных и сложных работ с выполнением комплекса работа по земляному полотну, дорожной одежде, искусственным сооружениям, обстановке пути разрабатывают проект организации работ.

Для регулярного патрулирования дорог с целью принятия оперативных мер по предупреждению возможных причин возникновения перерывов и ограничений движения, дорожно-транспортных происшествий в составе дорожной организации может быть создана дорожно-патрульная служба в виде звена или звеньев, оснащенных специальным автомобилем, необходимым инструментом и инвентарем, а также средствами организации движения.

Патрулирование дорог производится ежедневно, а также круглосуточно в особо опасные периоды, связанные с неблагоприятными для движения автомобилей метеорологическими условиями.

Здания и сооружения дорожной службы. Обязательным условием успешного выполнения задач и функций, возлагаемых на дорожную службу, является наличие полного комплекса производственных и социально-бытовых зданий и помещений - административные здания управлений дорог, комплексы зданий и сооружений основного и низового звена, включая производственные базы, здания и сооружения, жилые дома, бытовые помещения (школы, магазины, столовые, бани,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

клубы, места отдыха), склады, базы, погрузочно-разгрузочные площадки, гаражи, стоянки машин и механизмов, ремонтные мастерские и др.

Для выполнения своих функций в соответствии со СНиП 2.05.02-85 основные и низовые звенья дорожной службы должны иметь: для основного звена - административно-бытовой корпус, производственный корпус по ремонту и техническому обслуживанию дорожных машин и автомобилей, стоянки (холодные и теплые) на списочный состав парка машин, цех по ремонту технических средств организации дорожного движения, базы по приготовлению и хранению противогололедных химических материалов, склады; для низового звена - производственный корпус по техническому обслуживанию дорожных машин и автомобилей с административно-бытовыми помещениями, стоянки (холодные и теплые) на списочный состав парка машин, расходные склады противогололедных химических материалов, склады.

Комплексы зданий и сооружений основного и низового звеньев дорожной службы, как правило, следует располагать у населенных пунктов на единых для всего комплекса или близко расположенных площадках, непосредственно примыкающих к полосе отвода автомобильной дороги.

Здания службы ремонта и содержания должны быть размещены вблизи дороги (но за пределами дорожной полосы), иметь удобные подъезды, не затрудняющие проезда по основной дороге. Следует учитывать также возможное расширение дороги или строительство дополнительных полос, если это предусматривается перспективными планами. Вся территория должна быть благоустроена и озеленена.

Для культурно-бытового обслуживания, работников дорожной организации и членов их семей комплексы жилых и административных зданий целесообразно размещать у населенных пунктов. Расположение комплекса зданий дорожного участка должно назначаться в соответствии с конфигурацией сети дорог так, чтобы вблизи была станция железной дороги, где можно организовать склады для получения материалов. Целесообразно располагать на одном участке и в одних зданиях дорожные участки и дорожно-ремонтные пункты. Это дает возможность уменьшить по сравнению с раздельным строительством стоимость всего комплекса.

Обеспечение жилой площадью в строящихся жилых домах дорожной службы следует предусматривать для 60-100 % постоянного состава рабочих и служащих в зависимости от удаления и плотности населения в ближайшем населенном пункте в расчете 27 $м^2$ на штатного работника, а в регионах со средним размером семьи свыше 4 чел. - 36 $м^2$ на штатного работника. При жилых зданиях следует предусматривать необходимые надворные постройки и приусадебные участки.

ГЛАВА 3. Требования к транспортно-эксплуатационному состоянию автомобильных дорог

3.1. Общие положения. Основные показатели оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог

Автомобильные дороги общего пользования представляют собой комплекс инженерных дорожных сооружений, предназначенных для обеспечения круглогодичного, непрерывного, комфортного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной нагрузкой и установленными скоростями.

Автомобильные дороги должны быть обустроены объектами сервиса и оборудованы средствами технического регулирования и обеспечения безопасности движения согласно требованиям действующих стандартов, норм и правил.

Дорожные сооружения, входящие в состав автомобильной дороги, - это ее основные конструктивные элементы: земляное полотно и дорожная одежда, искусственные сооружения (мосты, путепроводы, эстакады, трубы, тоннели и др.), защитные сооружения (снегозащитные лесонасаждения, постоянные снегозащитные заборы, шумозащитные и ветрозащитные устройства, устройства для защиты дорог от снежных лавин, обвалов, оползней и др.), элементы обустройства дорог (остановочные площадки и автопавильоны для пассажиров, площадки отдыха, специальные площадки для остановки и стоянки автомобилей и др.).

Элементы дороги, ее состояние и свойства имеют большое количество параметров, характеристик и показателей.

Параметр - это величина, характеризующая какое-либо основное свойство дороги, процесса. Например, ширина проезжей части, радиус кривой в плане и т.д. **Характеристика** - понятие, близкое к понятию параметра. Означает описание характерных, отличительных качеств предмета или явления. Например, шероховатость дорожного покрытия. **Показатель** - величина или оценка, по которой можно сравнивать и судить о количественных или качественных достоинствах предмета или явления. **Критерий** - количественный или порядковый показатель, выражающий предельную меру оцениваемого параметра или характеристики при выборе принимаемого решения. Другими словами, это мерило оценки или суждения.

Показателями технического уровня и эксплуатационного состояния могут быть абсолютные значения параметров и характеристик дорог или коэффициенты, т.е. относительные величины. В абсолютной форме эти показатели хорошо раскрывают

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

физическую сущность оцениваемых параметров, но затрудняют сравнительную оценку. В относительной форме сразу можно сделать вывод о соответствии того или иного параметра установленным требованиям.

Различают технико-эксплуатационные качества или характеристики дороги, транспортно-эксплуатационное состояние и транспортно-эксплутационные показатели дороги, а также технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта на данной дороге.

Технические и технико-эксплуатационные качества или характеристики автомобильной дороги (ТЭК АД и ТЭХ АД) - это характеристики надежности и работоспособности дороги как искусственного сооружения и его технического состояния в процессе эксплуатации. К ним относятся прочность дорожной одежды, ровность, шероховатость и сцепные качества покрытий, устойчивость земляного полотна, показатели наличия инженерного оборудования и обустройства (знаков, ограждений, автобусных остановок, автозаправочных станций, мотелей) и т.д.

В относительной форме технические параметры и характеристики оценивают системой относительных коэффициентов - показатели прочности, ровности, сцепных качеств и т.д.

Транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги (ТЭС АД) - это комплекс фактических параметров и характеристик технического уровня и эксплуатационного состояния на момент обследования и оценки, обеспечивающих ее потребительские свойства.

Транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги (ТЭП АД) - это показатели свойств дороги как транспортного сооружения и ее потребительских свойств, то есть тех свойств, которыми должна обладать дорога, чтобы удовлетворять запросы пользователей, потребителей дорожных услуг.

К транспортно-эксплуатационным показателям относят: обеспеченную дорогой скорость, удобство и безопасность движения, пропускную способность и уровень загрузки дороги движением, допустимую осевую нагрузку и общую массу автомобилей, эргономические, эстетические и экологические свойства дороги и др.

Главным транспортно-эксплуатационным показателем является обеспеченная дорогой скорость движения, которая может быть оценена коэффициентом обеспеченности расчетной скорости.

Эксплуатационный коэффициент обеспеченности расчетной скорости - отношение фактической максимальной скорости движения одиночного легкового автомобиля, обеспеченной дорогой по условиям безопасности движения или взаимодействия автомобиля с дорогой на каждом участке ($V_{ф.max}$), к расчетной скорости для данной категории дороги и рельефа местности ($V_{расч}$):

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$K_{рс.э} = \frac{V_{ф.max}}{V_{расч}}.$$

(3.1)

В благоприятных условиях погоды (отсутствие дождя, снегопада, метели, гололеда, сильного ветра, пыльной бури, тумана) дорога должна обеспечивать величину $K_{рс.э}$ ³ 1. В неблагоприятных погодно-климатических условиях допускается снижение обеспечиваемой скорости, но не более чем на 25 % в осенне-весеннее и зимнее время ($K_{рс.э}$ ³ 0,75) и, как исключение, не более чем на 50 % во время сильных дождей, туманов, пыльных бурь, штормовых ветров, а также гололеда, метели и сильных снегопадов ($K_{рс.э}$ ³ 0,75).

Коэффициент обеспеченности расчетной скорости - отношение ($V_{ф.max}$) к базовой расчетной скорости

$$\left(V_{расч}^{Б}\right)$$

$$K_{рс} = \frac{V_{ф.max}}{V_{расч}^{Б}}$$

(3.2)

За базовую расчетную скорость принята скорость

$$V_{расч}^{Б} = 120 \text{ км/ч}.$$

Тогда

$$K_{рс} = \frac{V_{ф\,max}}{120}.$$

В практических расчетах рекомендуется пользоваться коэффициентом обеспеченности расчетной скорости. Соотношение указанных коэффициентов определяют по формулам:

$$K_{рсз} = \frac{120 \cdot K_{рс}}{V_{расч}}.$$

(3.3)

$$K_{рс} = \frac{V_{расч} \cdot K_{рсз}}{120}.$$

(3.4)

Потребительские свойства дороги - совокупность ее транспортно-эксплуатационных показателей, непосредственно влияющих на эффективность и безопасность работы автомобильного транспорта, отражающих интересы пользователей дорог и влияние на окружающую среду. К потребительским свойствам относятся обеспеченные дорогой: скорость, непрерывность, безопасность и удобство движения, пропускная способность и уровень загрузки движением; способность пропускать автомобили и автопоезда с разрешенными для движения осевыми нагрузками, общей массой и габаритами, а также экологическая безопасность, эстетические и другие свойства. Транспортно-эксплуатационные показатели дороги зависят, в первую очередь, от ее технических и технико-эксплуатационных характеристик.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Транспортно-эксплуатационные показатели и потребительские свойства дорог не являются стабильными. Они изменяются в годовом и более длительном периоде. Характер сезонного внутригодового изменения зависит в основном от климатических условий. В более длительном периоде, в процессе службы дороги эксплуатационные показатели изменяются в зависимости от состояния дороги, прочности покрытия и слоев одежды, водно-теплового режима дороги. Все эксплуатационные показатели в процессе эксплуатации ухудшаются, если своевременно не принимать мер по содержанию и ремонту дороги.

Технико-экономические показатели дороги - это технико-экономические показатели совместной работы автомобильного транспорта и данной дороги. К ним относят: среднюю скорость транспортного потока, производительность автомобилей, расход топлива и износ шин, себестоимость перевозок, количество дорожно-транспортных происшествий на дороге и т.д.

Технико-экономические показатели зависят от транспортно-эксплуатационных показателей дороги и от технико-эксплуатационных показателей работы автомобилей. Таким образом, технико-экономические показатели дороги, по существу, характеризуют эффективность функционирования системы «дорожные условия - транспортные потоки». Исходя из этого применение средней скорости транспортного потока в качестве транспортно-эксплуатационного показателя дороги можно считать условным, поскольку интенсивность и состав транспортного потока могут оказывать на среднюю скорость большее влияние, чем собственно качества дороги. Показатель обеспеченной скорости очищен от этого влияния. В дорожных экономических расчетах технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта на данной дороге принимают за технико-экономические показатели дороги.

Важное значение имеют показатели оснащенности дорог сооружениями автосервиса для обслуживания проезжающих и предоставления им необходимых удобств (наличие и степень совершенства мотелей, гостиниц, кемпингов, площадок отдыха, пунктов питания и медицинского обслуживания, СТО, АЗС и других зданий и сооружений для обслуживания движения).

В последнее время предложен ряд показателей для оценки эргономических качеств дороги (психофизиологическое восприятие дороги водителем, уровень шума и вибрации, отражающая способность покрытий, эстетичность), а также для оценки экологических качеств дороги (уровень загрязнения придорожного пространства выбросами отработанных газов, запыленность и засоление почвы и грунтовых вод и др.).

Любая автомобильная дорога нужна не сама по себе, она нужна пользователям дорог, потребителям дорожных услуг, к которым относятся как физические лица (водители, владельцы автомобилей, пассажиры), так и юридические лица (автотранспортные и производственные организации и предприятия, учреждения

обслуживания, социально-культурной и других сфер). Все они в той или иной мере оплачивают дорожные услуги, и их интересы обслуживает дорожная сеть.

Состояние дорог может оцениваться по различным показателям, различными методами и приборами. Главное, чтобы эта оценка была направлена на учет интересов пользователей дорог, потребителей дорожных услуг, чтобы по результатам этой оценки были назначены и реализованы мероприятия по сохранению и повышению транспортно-эксплуатационного состояния дорог, позволяющие снизить транспортные расходы пользователей, сократить время на поездки и перевозку грузов, повысить безопасность и удобство движения.

3.2. Требования к обеспечению основных потребительских свойств автомобильных дорог

Требования к обеспечению основных потребительских свойств автомобильных дорог установлены в ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям безопасности дорожного движения» и в Технических правилах ремонта и содержания автомобильных дорог.

В соответствии с этими нормативными документами автомобильные дороги общего пользования должны обеспечивать непрерывное в течение года (в том числе и в расчетный весенний период) движение автомобилей и автопоездов с нормативными нагрузками и общей массой, установленными для транспортных средств, предназначенных для эксплуатации на дорогах общего пользования, со скоростями, верхние пределы которых регламентированы Правилами дорожного движения Российской Федерации. На дорогах и участках дорог, для которых величина расчетной скорости ниже разрешенной Правилами дорожного движения, обеспеченная скорость должна быть не менее приведенных в табл. 3.1 значений.

Таблица 3.1

Условия погоды и рельеф местности	Допустимые значения обеспеченной в процессе эксплуатации скорости движения вне населенных пунктов, км/ч, для категорий дороги				
	I-а	I-б и II	III	IV	V
При благоприятных условиях погоды:					

а) на основном протяжении дороги	110	90	90	80	60
б) на трудных участках горной местности	60	60	50	40	30
При неблагоприятных условиях погоды:					
а) на основном протяжении дороги	90	80	75	60	45
б) на трудных участках горной местности	45	45	40	30	20
При особо неблагоприятных условиях погоды:					
а) на основном протяжении дороги	60	50	50	40	30
б) на трудных участках горной местности	30	30	25	20	20

Требования к обеспеченной скорости установлены с учетом рельефа местности, в котором проложена дорога, и для различных условий погоды. При этом к трудным участкам горной местности относятся участки перевалов через горные хребты и участки горных ущелий со сложными, сильноизрезанными или неустойчивыми склонами.

Показатель обеспеченной скорости - это коэффициент обеспеченности расчетной скорости (формулы 3.1. и 3.2.).

По степени влияния на состояние поверхности дорог и условия движения автомобилей условия погоды разделяются на благоприятные, неблагоприятные, особо неблагоприятные.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Условия погоды благоприятные - сухо, ясно, отсутствие ветра или ветер со скоростью до 10 м/с, отсутствие тумана, относительная влажность воздуха до 90 %, температура воздуха в пределах от -30°С до +30°С в тени.

Условия погоды неблагоприятные - отдельное и совместное действие следующих факторов: осадки в виде дождя или снегопада интенсивностью до 0,1 мм/мин, метель со скоростью более 3 м/с, ветер со скоростью более 10 м/с, туман с метеорологической дальностью менее 500 м, относительная влажность воздуха более 90 %, положительная и отрицательная температура воздуха от ±30°С до ±40°С в тени.

Условия погоды особо неблагоприятные - осадки в виде дождя и снегопада интенсивностью более 0,1 мм/мин, гололедица и гололед, метель со скоростью ветра более 9 м/с, ветер со скоростью более 20 м/с, туман видимостью менее 200 м, температура воздуха летом выше 40°С в тени и зимой ниже -40°С.

В зависимости от условий погоды на дороге могут формироваться нормальные, трудные, очень трудные и недопустимые или допустимые в особых случаях условия движения автомобилей, а состояние дорог может оцениваться как нормальное, удовлетворительное или аварийное (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Основные показатели оценки условий движения и уровня содержания дорог в неблагоприятные периоды года

Оцениваемые показатели	Коэффициент K_{pc}, для дорог							
	I - III категорий				IV и категорий			
	1,0-0,75	0,75-0,50	0,5-0,25	<0,25	0,67-0,5	0,5-0,33	0,33-0,17	<0,
Условия движения	Нормальные	Трудные	Очень трудные	Недопустимые, допустимые в особых случаях	Нормальные	Трудные	Очень трудные	Допусти особ случа

Состояние дорог в неблагоприятных условиях погоды	Нормальное	Удовлетво-рительное	Неудовлетво-рительное	Аварийное	Нормальное	Удовлетво-рительное	Неудовлетво-рительное	Авари
Метеорологические явления и условия	Неопасные (малоопасные)	Опасные	Особо опасные	Особо опасные, стихийное бедствие	-	-	-	-
Требуемый уровень работ по содержанию	Нормальный	Усиленный	Аварийный с привлечением всех собственных средств	Полная мобилизация с привлечением средств сторонних организаций	Нормальный	Усиленный	Аварийный с привлечением всех собственных средств	Полн мобили или зак движе
Фактический уровень содержания	Нормальный	Удовлетво-рительный	Неудовлетво-рительный	Недопустимый или допустимый в особых случаях	Нормальный	Удовлетво-рительный	Неудовлетво-рительный	Недопус ил допусти особ случ

С учетом этого должен осуществляться соответствующий уровень работ по содержанию дорог, позволяющий выдерживать требования к обеспеченной в процессе эксплуатации скорости движения, указанные в табл. 3.1.

Под непрерывностью движения автомобилей понимается отсутствие задержек движения, вызванных несоответствием параметров или состояния дороги и дорожных сооружений нормативным требованиям (не учитываются остановки и перерывы движения из-за технической неисправности автомобилей, состояния перевозимого груза, остановки на железнодорожных переездах и у светофоров).

Не допускаются необоснованные ограничения и задержки движения по дорожным условиям. При этом под ограничением движения понимают временное запрещение движения по дороге отдельных типов транспортных средств, а под задержкой движения - вынужденную кратковременную остановку движения, связанную с дорожными условиями продолжительностью до 1 часа.

Обоснованными являются ограничения движения:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

в период весенней распутицы при недостаточной прочности дорожных одежд (на период до 45 сут. в зависимости от местных условий);

при недостаточной несущей способности мостов - на период до усиления сооружений.

Обоснованными являются задержки движения:

в период выполнения ремонтных работ в пределах проезжей части дороги;

в период устранения последствий дорожно-транспортных происшествий;

в зимний период во время метелей и интенсивных снегопадов.

Пользователи дорог должны быть оповещены о задержках и ограничениях движения. Все работы по ремонту и содержанию дорог должны выполняться с минимальными помехами для движения автомобилей.

Перерывы движения (задержки движения более 1 часа) допускаются в следующих случаях:

во время стихийных бедствий и других чрезвычайных обстоятельств (природные явления, аварии, дорожно-транспортные происшествия, военные действия и т.д.);

в весенний период на время паводков и зимой во время сильных снежных метелей и снегопадов;

в периоды и на сроки, установленные проектной документацией на реконструкцию или ремонт дороги, утвержденной в установленном порядке.

Органы государственной власти субъектов Российской Федерации в периоды особо неблагоприятных погодных условий могут устраивать перерывы движения на территориальных дорогах с интенсивностью движения до 100 авт./сут с заблаговременным оповещением об этом пользователей автомобильных дорог через средства массовой информации.

Пропускную способность и уровень загрузки дорог движением проверяют на дорогах и участках дорог с фактической интенсивностью более 4 тыс. авт./сут в физических единицах при состоянии дорог и условиях движения, характерных для летнего, осенне-весеннего и зимнего периодов года. На дорогах и участках дорог с меньшей интенсивностью указанные показатели не проверяют.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Уровень загрузки дороги движением - это отношение фактической интенсивности движения, приведенной к легковому автомобилю (N, авт./ч), к пропускной способности (P, авт./ч)

$$Z = \frac{N}{P}.$$

(3.5)

Уровень загрузки не должен превышать значений, приведенных в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Характеристика участков дороги	Значение Z, не более
Подъезды к аэропортам, железнодорожным станциям, морским и речным причалам и пристаням (дороги категории I-а, I-б и II)	0,5
Внегородские автомобильные магистрали (дороги категории I-а)	0,6
Входы в города, обходы и кольцевые дороги вокруг больших городов (дороги категории I-б, II и III)	0,65
Автомобильные дороги II-III категорий	0,7

П р и м е ч а н и е. В неблагоприятные периоды года допускается увеличение уровня загрузки, но не более чем на 15 %.

Состояние искусственного сооружения по пропускной способности характеризуется отношением фактического расстояния между бордюром или ограждениями (габаритов для тоннелей) к нормативной величине, установленной для дороги данной категории. Величина отношения 0,95 и более характеризует соответствие сооружения нормам пропускной способности.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

На автомобильных дорогах общего пользования не допускаются заторы по дорожным условиям. Максимальная интенсивность движения в часы пик не должна превышать 0,7 от пропускной способности на дорогах I и II категорий, а на остальных дорогах не должна превышать более чем в 1,5-2 раза верхнего предела интенсивности движения, установленного для данной категории дороги. При фактической величине показателя уровня загрузки более указанных в табл. 3.3 или при величине максимальной интенсивности в час пик более указанной, в том числе в неблагоприятные периоды года, должны быть разработаны мероприятия по повышению пропускной способности.

Степень соответствия состояния дорог требованиям безопасности движения оценивается по величинам коэффициента относительной аварийности (или коэффициента происшествий) и коэффициента безопасности для летнего, осенне-весеннего и зимнего периодов года. Коэффициент происшествий определяют по формуле:

$$И = \frac{10^6 A}{365 \cdot L \cdot N}, \frac{ДТП}{1\,млн.автомобилекилометров}, \quad (3.6)$$

где

A - количество происшествий в год;

N - среднегодовая суточная интенсивность движения, принимаемая по данным учета движения, авт/сут;

L - длина участка дороги, км.

Коэффициент безопасности для каждого периода года определяют как отношение максимальной скорости движения на участке к максимальной скорости въезда автомобилей на этот участок или как отношение коэффициентов обеспеченности расчетной скорости на участке и на въезде:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$K_б = \frac{V_{ф\,max}^{ж}}{V_{ф\,max}^{ех}} \text{ или } K_б = \frac{K_{рс}^{ж}}{K_{рс}^{ех}}.$$

(3.7)

В процессе эксплуатации существующих дорог показатели безопасности движения должны соответствовать величинам для неопасных участков, в том числе и в неблагоприятные периоды года (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Показатели безопасности движения	Величины показателей по степени опасности участков дорог			
	неопасный	малоопасный	опасный	очень опасный
Коэффициент безопасности	Более 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	<0,4
Коэффициент относительной аварийности:				
вне населенных пунктов	Менее 0,3	0,3-0,7	0,7-1,3	Более 1,3
в населенных пунктах	Менее 0,4	0,4-0,9	0,9-1,5	Более 1,5

В горной местности на дорогах, проложенных перевальным ходом, и на дорогах, где на большом протяжении имеются продольные уклоны более 50 ‰ и кривые в плане радиусом менее 300 м, степень опасности определяют по соотношению значений сезонного итогового коэффициента аварийности на смежных участках (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Разница между значениями сезонного итогового коэффициента аварийности на смежных участках, %	До 20	20-40	40-100	Более 100

Характеристика участка	Неопасный	Малоопасный	Опасный	Очень опасный

При превышении указанных показателей производится детальная оценка безопасности движения с выявлением мест концентрации ДТП и с разработкой мероприятий по повышению безопасности движения средствами ремонта и содержания дорог.

Безопасность движения автомобилей по мостам, путепроводам, тоннелям и наплавным мостам считается обеспеченной, если их габариты и состояние покрытия соответствуют требованиям категории дороги, а ограждения соответствуют техническим требованиям и находятся в исправном состоянии. К тоннелям дополнительно предъявляются требования по обеспеченности необходимым уровнем освещения и вентиляции, устанавливаемые соответствующими нормативными документами.

Удобство движения характеризуется разницей скорости движения на смежных участках, которая не должна превышать 20 %, а также ровностью дорожного покрытия, показатель которой должен соответствовать требуемой величине.

Чтобы обеспечить высокие потребительские свойства, автомобильная дорога должна удовлетворять определенным требованиям:

ширина полосы движения, ширина проезжей части дорог и габариты ездового полотна мостов и путепроводов должны позволять размещение в их поперечном сечении движущихся автомобилей и зазоров безопасности между попутными (для дорог I категории) и встречными (для дорог II-IV категорий) автомобилями, а также зазоров безопасности между кромкой проезжей части и колесом автомобилей, движущихся с установленными скоростями;

должны быть выполнены уширения проезжей части на кривых малого радиуса в плане на величину смещения траектории движения задних колес автопоездов;

габариты приближения мостовых и других искусственных сооружений должны соответствовать категории дороги, на которой они расположены, с учетом полос движения и полос безопасности согласно требованиям нормативных документов. Высота расположения низа пролетных строений мостов, путепроводов и других сооружений, а также высота расположения трубопроводов и других коммуникаций над поверхностью проезжей части дорог, проходящих под указанными сооружениями и коммуникациями, должна быть не менее 4,5 м на дорогах IV и V категории и не менее 5,0 м на дорогах I-III категорий.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для обеспечения безопасности и удобства движения автомобильные дороги общего пользования должны иметь геометрические параметры элементов плана, продольного и поперечного профилей, инженерное оборудование и обустройство, а также транспортно-эксплуатационное состояние и уровень загрузки, позволяющие автомобилям двигаться без резких торможений, изменений скорости и траектории движения и без недопустимых вибраций и колебаний.

Служба эксплуатации должна принимать все возможные меры по выполнению требований, предъявляемых к работам по ремонту и содержанию.

3.3. Требования к техническим параметрам и характеристикам дорог

Основными параметрами и характеристиками, определяющими транспортно-эксплуатационное состояние дороги, являются:

геометрические параметры, к которым относятся ширина проезжей части и краевых укрепленных полос, ширина обочин, продольные уклоны, радиусы кривых в плане и профиле, уклоны виражей и расстояние видимости;

прочность и состояние дорожной одежды проезжей части и обочин;

состояние, ровность и сцепные свойства покрытия проезжей части и обочин;

состояние земляного полотна и устойчивость его откосов;

состояние и работоспособность водоотвода;

наличие и состояние элементов инженерного оборудования и обустройства дороги.

Геометрические параметры (продольный и поперечный профили, высота насыпи, радиусы кривых, ширина проезжей части и обочин, габариты искусственных сооружений) должны соответствовать нормам категории, установленной для данной дороги (участка дороги). Отклонения фактических размеров не должны превышать требований соответствующих нормативных документов. Служба эксплуатации должна осуществлять все меры по устранению указанных отклонений.

Дорожные одежды на дорогах I-IV категорий должны иметь прочность, обеспечивающую в расчетный период беспрепятственный пропуск автомобилей с осевой нагрузкой 10 тс (100 кН), а на дорогах V категории с твердыми покрытиями до 6 тс (60 кН).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Основным показателем при оценке прочности является коэффициент фактической прочности

$K^{\phi}_{пр}$:

$$K^{\phi}_{пр} = \frac{E_{\phi}}{E_{тр}} \geq 1,$$ где

(3.8)

E_{ϕ} - фактический модуль упругости, МПа;

$E_{тр}$- требуемый модуль упругости, вычисляемый в зависимости от суммарного числа приложений расчетной (нормативной) нагрузки, определяемого за срок от окончания строительства или реконструкции дороги до момента испытаний для условий существующего движения или на перспективу до окончания срока службы дорожной одежды, МПа.

Коэффициент фактической прочности можно также вычислить по формуле:

$$K^{\phi}_{пр} = \frac{\lambda_{д}}{\lambda_{\phi}} \geq 1,$$ где

(3.9)

$l_{д}$ и l_{ϕ} - соответственно допустимый и фактический относительный прогиб дорожной одежды.

Для одежд с цементобетонными покрытиями и основаниями коэффициент прочности представляет собой отношение нагрузки, допустимой для данной конструкции $Q_{д}$ (с учетом температурных напряжений и усталостных явлений), к нагрузке на колесо наиболее тяжелого транспортного средства Q:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$K = \frac{Q_д}{Q} \geq 1.$$

(3.10)

В связи с тем что проектируемые нежесткие дорожные одежды до 2001 г. рассчитывались по Инструкции ВСН 46-83, а начиная с 01.01.2001 г. рассчитываются по ОДН 218.046-01 или МОДН 2-2001, вносятся уточнения в определение понятия коэффициента прочности.

Коэффициент прочности - это отношение фактического модуля упругости в данный момент времени к требуемому общему модулю упругости (если дорожная одежда рассчитана по Инструкции ВСН 46-83) или к минимальному модулю упругости (если дорожная одежда рассчитана по ОДН 218.046-01 или МОДН 2-2001).

Прочность дорожной одежды эксплуатируемой дороги оценивают по результатам ее визуального обследования (или видеокомпьютерной съемки) в баллах $Б_{ср}$, которые корреляционно связаны с коэффициентом прочности $К_{пр}$ или непосредственно по коэффициенту прочности, определяемому по результатам измерений модуля упругости. Значение этих показателей должно быть не ниже приведенных в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Категория дороги	Предельно допустимые значения показателей прочности дорожной одежды в процессе эксплуатации	
	$Б_{ср}$	$К_{пр}$
I-а, I-б	3,5	0,85
II	3,0	0,80
III, IV	2,5	0,75

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

V	2,0	0,70

На участках, где значения указанных показателей ниже приведенных в табл. 3.6, требуется проведение работ по усилению дорожной одежды.

Для дорожных одежд с цементобетонными покрытиями допускается использовать в качестве показателя прочности величину растягивающего напряжения при изгибе покрытия. В этом случае условие прочности с учетом интенсивности и состава движения определяется в соответствии с действующей инструкцией по проектированию жестких дорожных одежд.

Покрытия проезжей части дороги, укрепительных краевых полос и обочин в процессе эксплуатации должны иметь правильную форму, предусмотренные проектом продольные и поперечные уклоны, поверхность, обеспечивающую беспрепятственный сток воды, а также быть ровными в продольном и поперечном направлениях.

Кромки покрытия проезжей части, краевых укрепленных полос и укрепленных обочин должны быть ровными в плане, иметь правильные и четкие очертания без разрушений и деформаций. Фактические показатели продольной ровности не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Предельно допустимые значения показателей ровности				
		по прибору ПКРС-2, см/км	по толчкомеру, см/км на автомобиле		международный показатель ровности (IRI), м/км	количество просветов под трехметровой рейкой, превышающих указанные в СНиП 3.06.03-85, %
			УАЗ	ГАЗ, Газель		
I	Капитальный	540	100	220	5,0	6
II	-«-	660	120	270	6,5	7

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

III	-«-	860	170	350	8,5	9
III	Облегченный	1100	240	460	12,0	12
IV	-«-	1200	265	500	12,0	14
IV	Переходный	-	340	510	-	-
V	-«-	-	340	510	-	-
V	Низший	-	510	720	-	-

Показатель ровности дорожных покрытий, или коэффициент ровности - это отношение предельно допустимой ровности $S_д$ для данной категории дороги, типа дорожной одежды и интенсивности движения к фактической ровности $S_ф$:

$$K_р = \frac{S_д}{S_ф} \geq 1.$$

(3.11)

На покрытии проезжей части не допускается образование колейности, при которой возникают опасные условия движения и создаются помехи для очистки от снежных отложений и удаления зимней скользкости. Требования к допустимой и предельно допустимой глубине колеи установлены для двух способов измерения глубины колеи при помощи двухметровой рейки:

по упрощенной методике, когда рейка укладывается на поверхность покрытия или гребней выпора;

по способу вертикальных отметок, когда отсчет ведется от рейки, выведенной в горизонтальное положение.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Значения допустимой и предельно допустимой глубины колеи приведены в табл. 3.8. На дорогах с переходными покрытиями при интенсивности движения до 200 авт./сут, приведенных к легковому, допускается колея глубиной до 40 мм.

Таблица 3.8

Расчетная скорость движения, км/ч	Глубина колеи, мм					
	Измерения по упрощенной методике		Измерения по способу вертикальных отметок			
			относительно правого выпора		относительно левого выпора	
	допустимая	предельно допустимая	допустимая	предельно допустимая	допустимая	предельно допустимая
Более 120	4	20	не допускается	4	9	20
120	7	20	3	5	16	25
100	12	20	6	9	27	40
80	25	30	15	18	50	50
60 и меньше	30	35	50	50	50	50

Участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений требуют первоочередного проведения работ по устранению колеи.

Показатель колейности - это отношение допустимой глубины колеи $h_д$ к фактической $h_ф$:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$K_н = \frac{h_д}{h_ф} \geq 1.$$

(3.12)

Участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимой относятся к опасным для движения автомобилей и требуют немедленного проведения работ по устранению колеи.

Шероховатость и состояние дорожного покрытия проезжей части должны обеспечивать требуемую величину сцепления колеса с покрытием, которая характеризуется коэффициентом сцепления. При этом коэффициент сцепления должен быть не менее 0,3 при измерении его шиной без рисунка протектора и 0,4 шиной, имеющей рисунок протектора.

Показатель сцепных качеств и шероховатости покрытий, или коэффициент относительного сцепления колес с покрытием (коэффициент скользкости), вычисляется как отношение величины фактического коэффициента сцепления $j_ф$ к допустимой величине этого коэффициента $j_д$.

$$K_c = \frac{\varphi_ф}{\varphi_д} \geq 1.$$

(3.13)

Чтобы обеспечить безопасность встречных автомобилей на двухполосных дорогах и движущихся автомобилей по смежным полосам многополосных дорог, а также при съездах на укрепленные полосы или прикромочные зоны обочин, изменение коэффициента сцепления в поперечном профиле дорожного полотна не должно превышать указанного в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Предельные нормы изменения коэффициента сцепления

Категория дороги	В пределах проезжей части	На краевых укрепленных полосах и прикромочных зонах обочин по сравнению с проезжей частью

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

I -а	0,04-0,08	0,08-0,10
I-б, II	0,08	0,10-0,15
III	0,08-0,10	0,15
IV	0,10	0,20

П р и м е ч а н и е. Значения коэффициента сцепления даны для гладкой шины.

В некоторых странах оценивается износ покрытия. Показатель износа покрытия - это отношение допустимой величины износа $h_{ид}$ к фактической величине износа $h_{иф}$:

$$K_и = \frac{h_{ид}}{h_{иф}} \geq 1.$$

(3.14)

На покрытии проезжей части не допускается наличие выбоин, проломов и просадок с размерами по длине, ширине и глубине более чем 15´60´5 см, а количество более мелких повреждений и дефектов в весенне-летне-осенний периоды не должно превышать значений, приведенных в табл. 3.10. Образовавшиеся деформации и разрушения должны быть ликвидированы в сроки, установленные ГОСТ Р 50597-93.

Таблица 3.10

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Показатели состояния конструктивных элементов дорог	Допустимые значения для дорог с интенсивностью движения, авт/сут., приведенных к легковому автомобилю				
	более 6000	2000-6000	1000-2000	200-1000	менее 200
Проезжая часть (включая используемые съезды)					
Повреждения (выбоины) размером не более 15´60´5 см, площадью $м^2$/на 1000 $м^2$ покрытия					
а) летом	0,3	1,0	1,5	2,0	2,5
б) весной	1,5	3,0	4,5	6,0	7,0
Отдельные раскрытые необработанные трещины на покрытии >7 мм н.м/на 1000 $м^2$	10	20	30	40	40
Наличие необработанных мест выпотевания битума, $м^2$/на 1000 $м^2$ покрытия	7	10	15	20	25
Наличие полос загрязнения у кромок покрытия шириной до 0,5 м, площадью в % от общей площади покрытия не более	Нет	3	5	8	10
Земляное полотно					
Наличие отдельных повреждений, просадок и застоя воды на обочинах и разделительной полосе (в весенний период):					

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

а) укрепленных: площадь, $м^2$/1000 $м^2$ покрытия глубиной, см	До 0,3 (1,5) До 5	1,0 (3,0) До 5	1,5 (4,5) До 5	2,0 (6,0) До 5	2,5 (7,0) До 5
б) неукрепленных: площадь, $м^2$/1000 $м^2$ покрытия глубиной, см	5,0 До 5	7,0 До 7	10,0 До 7	12,0 До 10	15,0 До 10

Показатель дефектности покрытий определяет деформативные и прочностные свойства, которые можно характеризовать количественно наличием на единице площади разрушений и деформаций. **Дефект** - это каждое отдельное несоответствие дороги установленным требованиям. Метод вычисления показателя дефектности основан на относительной оценке количества и весомости дефектов, учитываемых коэффициентом дефектности:

$$K_д = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{m} d_i b_i,$$, где

(3.15)

d_i - количество дефектов данного вида в выборке;

b_i - коэффициент весомости дефекта данного вида, %;

m - суммарное количество видов дефектов в выборке;

n - объем выборки.

По $K_д$ можно вычислить комплексный показатель уровня качества объекта

$$K_{кд} = 1 - \frac{K_д}{K_{дб}},$$ где

(3.16)

$К_{дб}$ - значение базового (нормативного) уровня дефектности объекта.

Не допускается образование уступов в местах сопряжения проезжей части и укрепленных краевых полос или обочин, а также возвышения обочины и разделительной полосы над проезжей частью при отсутствии бордюра.

Неукрепленные обочины и разделительная полоса, не отделенные от проезжей части бордюрами, не должны иметь колей в местах сопряжения с проезжей частью и не должны располагаться ниже ее уровня более чем на 3 см при интенсивности движения выше 6000 авт./сут, приведенных к легковому, и более чем на 4 см при меньшей интенсивности.

Состояние поверхности покрытия укрепительных полос по наличию дефектов должно соответствовать требованиям, установленным для покрытия проезжей части, а состояние укрепленных и неукрепленных обочин - требованиям, приведенным в табл. 3.9.

Обочины дороги должны быть укреплены и иметь поперечные уклоны, способствующие быстрому отводу поверхностных вод. Прочность конструкции укрепления должна соответствовать составу транспортного потока и обеспечивать заезд и остановку автомобилей без разрушения слоев укрепления. Прочность считается достаточной, если отношение фактического значения модуля упругости к требуемому по условиям движения в процессе эксплуатации составляет не менее 0,85.

Откосы насыпей и выемок должны обладать устойчивостью к воздействию местных климатических факторов (местная устойчивость). Они должны обеспечивать быстрый отвод поверхностных вод, укреплены согласно положениям инструктивных документов. Откосы, особенно глубоких выемок и высоких насыпей, должны иметь обеспеченную общую устойчивость, которая представляет собой отношение безопасной нагрузки для грунта насыпи (выемки), находящегося в данном состоянии по «плотности-влажности», к проектной. Общая устойчивость считается обеспеченной, если $К_{без} \geq 1$.

Поверхность покрытия проезжей части и обочин, поверхность разделительных полос и откосов, посадочных площадок у автобусных остановок, площадок отдыха, пунктов весового контроля и учета движения, а на участках дорог, проходящих в пределах населенных пунктов, и поверхность тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек должны быть чистыми от пыли, грязи, посторонних предметов и материалов.

На поверхности неукрепленных обочин и разделительной полосы не допускается наличие древесно-кустарниковой растительности, а высота травы не должна превышать 15 см. В полосе отвода допускается наличие древесно-кустарниковой растительности при условии обеспечения требуемой видимости.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Система и устройства дренирования, сбора и отвода поверхностных и грунтовых вод (водоотводные канавы, кюветы, водосбросы, водобойные колодцы и др.) должны постоянно находиться в работоспособном состоянии и обеспечивать бесперебойный сброс и отвод воды от дороги.

Частичное нарушение профиля водоотводных канав допускается на протяжении до 10 % их общей протяженности на дорогах с интенсивностью движения от 200 до 1000 авт./сут, приведенных к легковому, и до 20 % на дорогах с меньшей интенсивностью.

Не допускается наличие неорганизованных въездов и съездов на дорогах всех категорий.

3.4. Допустимые габариты, осевая нагрузка и общая масса автомобилей

Технический уровень и эксплуатационное состояние автомобильных дорог в значительной степени определяется принятыми при проектировании расчетными нагрузками. Превышение допустимых осевых нагрузок автомобилей и автопоездов приводит к резкому ухудшению состояния автомобильных дорог в процессе эксплуатации, преждевременному ремонту дорожных одежд и покрытий. Превышение полной массы транспортных средств чревато катастрофическими последствиями для искусственных сооружений. Бесконтрольный проезд по автомобильным дорогам крупногабаритных транспортных средств приводит к ухудшению дорожных условий и снижению безопасности движения. Эти последствия всегда должны приниматься во внимание при организации дорожного движения, выборе определенной стратегии ремонта и содержания автомобильных дорог общего пользования в процессе эксплуатации.

Автомобильные дороги общего пользования предназначены для пропуска автотранспортных средств габаритами [89]:

по длине одиночных автомобилей до 12 м и автопоездов до 20 м;

по ширине до 2,5 м;

по высоте до 4 м для дорог I-IV категорий и до 3,8 м для V категории (Нормы, утвержденные приказом ФДС России № 56 от 15.03.99, устанавливают ограничение по высоте, равное 4 м, независимо от категории дорог).

Для расчета прочности дорожных одежд и проверки устойчивости земляного полотна принимают нагрузку на одиночную наиболее нагруженную ось двухосного автомобиля:

100 кН - для дорог I-IV категорий;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

60 кН - для дорог V категории.

Для обеспечения безопасности дорожного движения, надежности и сохранности автомобильных дорог и дорожных сооружений установлены [65] следующие основные требования к допустимым нагрузкам многоосных транспортных средств и к общей массе автомобилей, допускаемых для движения на автомобильных дорогах общего пользования (табл. 3.11 и 3.12).

Таблица 3.11

Предельно допустимая нагрузка на ось для двухосных тележек автотранспортных средств		
Расстояние между осями тележки	Нагрузка на ось для двухскатных (односкатных) колес, тс	
	для дорог I-IV категорий	для дорог V категории
Свыше 2,0 м (одиночная ось)	10,0 (9,0)	6,0 (5,5)
1,8 м и более, но менее 2,0 м	9,0 (8,5)	5,7 (5,2)
1,3 м и более, но менее 1,8 м	8,0 (7,5)	5,5 (5,0)
1,0 м и более, но менее 1,3 м	7,0 (6,5)	5,0 (4,5)
Более 0,5 м , но менее 1,0 м	5,7 (5.5)	4,5 (4,0)

Таблица 3.12

Предельно допустимая нагрузка на ось для трехосных тележек автотранспортных средств		
Расстояние между осями тележки	Нагрузка на ось для двухскатных (односкатных) колес, тс	
	для дорог I-IV категорий	для дорог V категории

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Свыше 2,0 м (одиночная ось)	10,0 (9,0)	6,0 (5,5)
1,8 м и более, но менее 2,0 м	8,0 (7,5)	5,5 (5,0)
1,3 м и более, но менее 1,8 м	7,5 (7,0)	5,0 (4,5)
1,0 м и более, но менее 1,3 м	6,5 (6,1)	4,5 (4,0)
Более 0.5 м , но менее 1,0 м	5,5 (5,0)	4,0 (3,6)

Приведенные нормы осевых нагрузок автотранспортных средств допускается превышать на величину не более 40 %.

Нормы предельно допустимой общей массы (т) транспортных средств дифференцированы по типам автомобилей и автопоездов:

• Двухосный грузовой автомобиль (автобус) или двухосный прицеп 18

• Трехосный грузовой автомобиль (автобус) или трехосный прицеп 24

• Четырехосный грузовой автомобиль с двумя ведущими осями, каждая из которых состоит из двух пар колес и имеет воздушную или эквивалентную ей подвеску 32

• Двухосный тягач с двухосным полуприцепом при общей базе 11,2 м и более 36

то же, для трехосного тягача при общей базе 11,7 м и более 37

• Двухосный и трехосный тягач с трехосным полуприцепом при общей базе 12,1 ми более 38

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

• Двухосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом при общей базе 12,1 ми более	36
то же, с трехосным прицепом при общей базе 14,6 м и более	42
то же, с четырехосным прицепом при общей базе 16,5 м и более	44
• Трехосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом при общей базе 14,6 м и более	42
то же с трехосным (четырехосным) прицепом при общей базе 15,9 (18) м и более	44
• Трехосный (четырехосный) шарнирно сочлененный автобус	28

Указанные нормативные общие массы транспортных средств допускается превышать до 20 %, не более, исходя из обеспечения требований надежности и сохранности искусственных сооружений.

В отношении габаритов дополнительно вводятся (по сравнению со СНиП 2.05.02-85) ограничения в отношении максимальной длины сочлененного транспортного средства - 16,5 м и сочлененного автобуса - 18 м. Любое транспортное средство при движении должно обеспечивать возможность поворота в пределах пространства, ограниченного внешним и внутренним радиусом соответственно 12,5 и 5,3 м. Измерение размеров транспортного средства осуществляют в соответствии со стандартом ISO 612-1978.

При осуществлении межгосударственных перевозок требования к транспортным средствам устанавливаются Соглашением государств-участников Содружества Независимых Государств [90]. Так, максимальные осевые массы не должны превышать приведенные ниже значения (т):

• Для одиночной оси: ведомой и ведущей с двухскатными колесами	10,0
• Для сдвоенных осей с двухскатными колесами сумма осевых масс при расстоянии между осями, м:	

0,5-1	12,0
1-1,3	14,0
1,3-1,8	16,0
³ 1,8	18,0

•Для сдвоенных осей с односкатными колесами сумма осевых масс при расстоянии между осями, м:

0,5-1	11,0
1-1,3	13,0
1,3-1,8	15,0
³ 1,8	17,0

• Для трехосных тележек с двухскатными колесами сумма осевых масс при расстоянии между осями, м:

0,5-1	16,5
1-1,3	19,5
1,3-1,8	22,5
³ 1,8	25,5

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

• Для трехосных тележек с односкатными колесами сумма осевых масс при расстоянии между осями, м:

0,5-1	15,0
1-1,3	18,3
1,3-1,8	21,0
³ 1,8	24,0

Максимальная масса транспортных средств не должна превышать следующих значений (т):

• Двухосные грузовые автомобили (прицепы)	18
• Трехосные грузовые автомобили (прицепы)	24
• Трехосный автомобиль, имеющий ведущую ось, состоящую из 2 пар колес, оборудованных воздушной или эквивалентной ей подвеской	25
• Четырехосный автомобиль с двумя ведущими осями, каждая из которых состоит из 2 пар колес и имеет воздушную или эквивалентную ей подвеску	32
• Седельные автопоезда:	
2-осный тягач с 2-осным полуприцепом при расстоянии между осями полуприцепа 1,3-1,8 м	36
то же, при расстоянии большем 1,8 м	38

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

двухосный тягач с трехосным полуприцепом	38
трехосный тягач с двухосным полуприцепом	38

В отношении размеров транспортных средств Соглашение предусматривает аналогичные требования [65]. Исключение касается максимальной ширины, принимаемой равной 2,55 м для всех транспортных средств, и 2,6 м - для изотермических кузовов.

Указанные стандарты применяются для условий, когда автомобильные дороги по несущей способности отвечают предъявляемым требованиям. При недостаточной несущей способности автомобильных дорог допустимые осевые нагрузки транспортных средств устанавливают в зависимости от коэффициента прочности дорожных одежд в соответствии с рекомендациями раздела 20.2 настоящего справочника.

В настоящее время рассматривается вопрос об использовании при проектировании, строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог I-IV категорий более высокой нормативной нагрузки - 115 кН на ось транспортного средства (Проект ГОСТ Российской Федерации. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты. Госстрой России, М.). Возможность проектирования дорожных одежд на такую нагрузку в настоящее время имеется. Согласно Инструкции по проектированию нежестких дорожных одежд МОДН 2-2001 [72] в качестве расчетных используются наиболее тяжелые автомобили, доля которых в составе перспективного движения составляет не менее 10 %. Если в задании на проектирование расчетная нагрузка не оговаривается, в качестве расчетных используются осевые нагрузки 100, 110 и 130 кН.

Переход на нормативную нагрузку 115 кН, как показали расчеты, способствует повышению капитальности вновь проектируемых дорожных одежд и увеличению межремонтного срока службы на 5-10 %.

В то же время не следует ожидать существенных изменений в конструкции дорожных одежд. Согласно расчетам дорожной одежды на действие разных нагрузок (60-120 кН) при одинаковом составе и интенсивности движения получаемые конструкции по прочности существенно не отличаются между собой и находятся в пределах точности расчетов 5-7 %.

На состоянии существующей сети дорог введение в действие новой расчетной нагрузки практически не должно отразиться при существующем парке автомобилей и автопоездов и принятых в настоящее время методах организации

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

движения. В частности, при недостаточной прочности дорожных одежд движение тяжеловесных транспортных средств, к которым относятся и автомобили с осевой нагрузкой 115 кН, запрещается в неблагоприятные по условиям увлажнения земляного полотна периоды года, или допускается при условии компенсации ущерба.

РАЗДЕЛ II
ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ДОРОГ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

ГЛАВА 4. Воздействие автомобилей и природных факторов на дорогу и условия движения

4.1. Взаимодействие автомобиля и дороги

При движении автомобиля по дороге возникают нормальные к поверхности проезжей части касательные продольные и поперечные силы взаимодействия между колесами и покрытием. К этим силам относятся (рис. 4.1): сила, перпендикулярная покрытию и равная ей, но противоположная по знаку, нормальная реакция дорожной одежды на колесо R_1; окружная сила $P_к$, приложенная к площади контакта ведущих колес с покрытием, направленная в сторону, противоположную движению, - это сила воздействия ведущих колес на одежду в плоскости проезжей части.

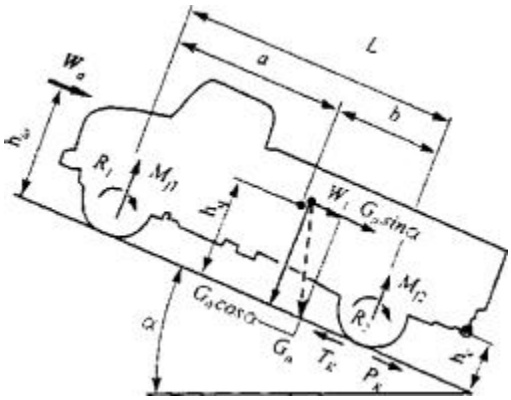


Рис. 4.1. Силы, действующие на движущийся автомобиль и дорогу

Тангенциальная (касательная) реакция $T_к$, практически равная окружной силе $P_к$ и направленная в сторону движения, возникает в результате взаимодействия

ведущих колес и покрытия. Эту реактивную силу, вызывающую поступательное перемещение автомобиля, называют тяговой:

$T_к = P_к = P_f \pm P_i \pm P_F \pm P_j$, где
(4.1)

$P_f = G \times f$ - сила сопротивления качению на относительно ровном участке;

G - вес автомобиля, даН;

f - коэффициент сопротивления качению, доли единицы;

$P_i = G \times i$ - сила сопротивления движению на подъеме (спуске);

i - продольный уклон дороги, доли единицы;

$P_F = \frac{kFV^2}{13}$ - сила сопротивления воздуха движению;

k - коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости), даНс^2/м^4;

F - площадь лобовой проекции автомобиля, м^2;

V - скорость автомобиля, км/ч;

$P_j = G \times j$ - сопротивление инерционных сил, даН;

j - относительное ускорение.

Сила сопротивления качению зависит от характеристик шины (эластичности, внутреннего трения в шине, давления воздуха и т.д.), вида и состояния покрытия, от скорости движения. Значения коэффициента сопротивления качению при скорости до 20 км/ч приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Значения коэффициента сопротивления качению (данные проф. А.П. Васильева)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Покрытие	Состояние покрытия			На покрытии ровный слой плотного снега	Рыхлый снег толщиной, мм				Гололед
	эталонное (сухое)	влажное чистое	мокрое загрязненное		до 10	10-20	20-40	40-60	
Цементо- и асфальтобетонное	0,01-0,02	0,02-0,03	0,03-0,035	0,04-0,10	0,03-0,04	0,04-0,09	0,08-0,12	0,09-0,15	0,015-0,03
То же, с поверхностной обработкой	0,02	0,02-0,03	0,03-0,035	0,04-0,10	0,03-0,04	0,04-0,09	0,08-0,12	0,09-0,15	0,02-0,04
Холодный асфальтобетон, черное щебеночное (гравийное)	0,02-0,025	0,025-0,035	0,03-0,045	0,04-0,10	0,03-0,05	0,04-0,09	0,08-0,12	0,09-0,15	0,02-0,04
Гравийное и щебеночное	0,035	0,035-0,05	0,04-0,06	0,04-0,10	0,04-0,06	0,04-0,10	0,03-0,12	0,09-0,15	0,03-0,04
Грунтовая дорога	0,03	0,04-0,05	0,05-0,15	0,06-0,10	0,06-0,08	0,06-0,12	0,08-0,12	0,09-0,15	0,03-0,05

С увеличением скорости сопротивление качению повышается и может быть определено по формуле:

$F_v = f_{20} + K_f(V - 20)$, где
(4.2)

f_{20} - коэффициент сопротивления качению при скорости до 20 км/ч;

K_f - коэффициент повышения сопротивления качению со скоростью

(для легковых автомобилей K_f = 10,00025, для грузовых - 0,0002).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Во всех расчетных формулах принимают значение коэффициента сопротивления качению, строго соответствующее виду и состоянию покрытия, скорости движения. Сопротивление качению колеса на грунтовой дороге зависит от глубины образующейся колеи, вида и состояния грунта, диаметра колеса и вертикальной нагрузки на него.

Коэффициент обтекаемости, используемый при определении силы сопротивления воздуха, зависит от формы автомобиля и качества отделки его поверхности (табл. 4.2). Более подробные данные о лобовой площади и коэффициенте обтекаемости для автомобилей и автобусов различных марок, обращающихся по дорогам, приведены в литературе по автомобилям. При отсутствии данных о лобовой площади автомобиля ее можно определить по приближенной формуле

$F @ m \times B_г \times H_г$, где (4.3)

m = 0,8 для автомобиля со стандартным кузовом и m = 0,9 для автобуса и грузового автомобиля с кузовом в виде фургона или с тентом;

$B_г$, $H_г$ - габаритная ширина и высота автомобиля, м.

Таблица 4.2

Параметры аэродинамического сопротивления движению автомобиля (данные чл.-корр. АН СССР Д.П. Великанова)

Типы автомобилей	F, м^2	k, даНс^2/м^4
Легковые[1]	1,6-2,6	0,030-0,034
Автобусы	3,5-7,0	0,042-0,050
Грузовые с кузовом бортовая платформа:		
одиночные автомобильные поезда[2]	3,0-5,3	0,055-0,060
то же, двухзвенные[2]	4,0-5,3	0,060-0,075

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Грузовые с кузовом фургон:		
одиночные автомобильные поезда	3,5-8,0	0,038-0,045
то же, двухзвенные (междугородные)	7,0-8,0	0,058-0,060

[1] Включая грузовые малой грузоподъемности на базе легкового.

[2] Дополнительный прицеп к автомобильным поездам увеличивает коэффициент обтекаемости на 20-25 %. Контейнеры, установленные поперек кузова, повышают этот коэффициент примерно на 25-30 %.

Тяговое усилие ограничивается силой сцепления шины с покрытием. Наибольшее возможное значение тягового усилия T_{max}, при котором автомобиль еще способен двигаться без скольжения (буксования) колес, не может превышать

$T_{max} £ j \times R$, где
(4.4)

j - коэффициент сцепления;

R - нормальная реакция дорожной одежды на ведущие колеса.

Различают два вида коэффициента сцепления: коэффициент продольного сцепления j_1, соответствующий началу пробуксовывания или проскальзывания колеса при его качении в плоскости движения; коэффициент поперечного сцепления j_2 при условии бокового заноса, когда колесо одновременно и вращается, и скользит в бок (боковое скольжение).

Коэффициент сцепления зависит от вида покрытия, его состояния, типа и конструкции шин, рисунка протектора шин, степени изношенности покрытия, скорости движения, нагрузки на колесо, температуры и других факторов (табл. 4.3 и рис. 4.2-4.4). Наибольшее влияние оказывают вид и состояние покрытия, а также скорость движения. Поэтому для объективной оценки состояния дорог необходимо в каждом случае измерять коэффициент сцепления при нормированной скорости 60 км/ч. Табличными значениями коэффициента сцепления можно пользоваться только для ориентировочных расчетов и оценок. В табл. 4.4 приведены значения коэффициента сцепления при скорости движения 20 км/ч для шин с нормальным протектором. Коэффициент сцепления при других скоростях:

$j_V = j_{20} - b_j(V - 20)$, где
(4.5)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

b_j - коэффициент изменения сцепных качеств от скорости (принимают в зависимости от типа и состояния покрытия по табл. 4.4).

Таблица 4.3

Влияние различных факторов на коэффициент сцепления

Факторы	Характер и причины изменения коэффициента сцепления
Вид покрытия и продолжительность его эксплуатации	С увеличением срока эксплуатации после постройки или ремонта дорожной одежды коэффициент сцепления снижается из-за уменьшения шероховатости. Коэффициент сцепления наиболее устойчив у цементобетонных покрытий в сухом состоянии при продолжительности их службы до 10-12 лет, у асфальтобетонных - 5-8 лет. При истирании (износе) покрытия на 50-60 % коэффициент сцепления уменьшается на 30-40 %. Брусчатка и булыжная мостовая полируются шинами автомобилей, из-за чего коэффициент сцепления уменьшается
Неровности на проезжей части дороги	Неровности на проезжей части увеличивают частоту приложения вертикальной нагрузки. Коэффициент сцепления снижается из-за изменяющихся условий в месте контакта шины с дорогой и из-за подпрыгивания колес на неровностях
Шероховатость покрытия и микро-шероховатость его каменного материала	С ростом шероховатости увеличивается площадь контакта покрытия с шиной и выше уровень зацепления, что обусловливает рост коэффициента сцепления. При этом наибольшая высота выступов покрытия не должна превышать 5 мм. Большая шероховатость покрытия снижает коэффициент сцепления. При нормальной шероховатости покрытия шина сохраняет контакт с покрытием и при дожде не образуется сплошного слоя воды, снижающего сцепления. Большое влияние на коэффициент сцепления оказывает шероховатость каменного материала покрытия (микрошероховатость), предотвращающая возникновение жидкостного трения на поверхности выступов микрошероховатости (см. рис. 4.2).
Влажность и загрязненность покрытия	При дожде коэффициент сцепления уменьшается, так как из влаги, пыли, частиц резины, капель нефтепродуктов образуется жидкая грязь, по которой, как по смазке, проскальзывают колеса (см. рис. 4.3).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	Коэффициент сцепления при этом почти вдвое меньше, чем при движении по сухому покрытию. На влажных, но чистых покрытиях коэффициент сцепления меньше, чем на сухих, но больше, чем на покрытых жидкой грязью
Избыток органического вяжущего в покрытии	В жаркую погоду вяжущее выступает на поверхность и уменьшает коэффициент сцепления
Замасливание проезжей части дороги	Замасливание нефтепродуктами значительно снижает коэффициент сцепления на сухих и на влажных покрытиях; в середине полосы движения коэффициент сцепления почти на 30 % меньше, чем у ее краев
Обледенение проезжей части	Коэффициент сцепления весьма мал; он несколько повышается при понижении температуры воздуха до - 15°С. Скорость движения в этих случаях незначительно влияет на коэффициент сцепления
Вид взаимодействия колеса с покрытием	Наибольший коэффициент сцепления наблюдается при продольном качении без бокового скольжения. При блокированном колесе (юзе) коэффициент сцепления несколько снижается
Увеличение нагрузки на колесо	На капитальных, облегченных и переходных типах дорожных одежд с увеличением нагрузки на колесо коэффициент сцепления снижается, особенно при больших нагрузках
Скорость движения	С увеличением скорости коэффициент сцепления снижается (см. рис. 4.4 и табл. 4.4)
Материал шины	Шины из высокогистерезисных резин обеспечивают больший коэффициент сцепления
Тип рисунка протектора шин	На влажном покрытии шины с рисунком протектора, имеющим большую расчлененность, обеспечивают более высокий коэффициент сцепления. Шины с рисунком протектора повышенной проходимости

	на мягком снеге и недостаточно уплотненном грунте имеют больший коэффициент сцепления, чем шины с дорожным рисунком протектора
Износ протектора шины	При полном истирании рисунка протектора коэффициент сцепления снижается на 35-45 %. Весьма значительно он уменьшается на влажных и грязных покрытиях (примерно еще на 20-25 %)
Повышение давления воздуха в шинах	При увеличении давления воздуха в шинах коэффициент сцепления вначале повышается, затем начинает убывать
Повышение температуры шины	С увеличением температуры шины коэффициент сцепления на цементобетонном покрытии несколько уменьшается, на асфальтобетонном увеличивается из-за прилипания элементов протектора к покрытию. Если же материал протектора имеет низкие антиизносные качества, то при интенсивном торможении между шиной и покрытием появляется много резиновой пыли, снижающей коэффициент сцепления

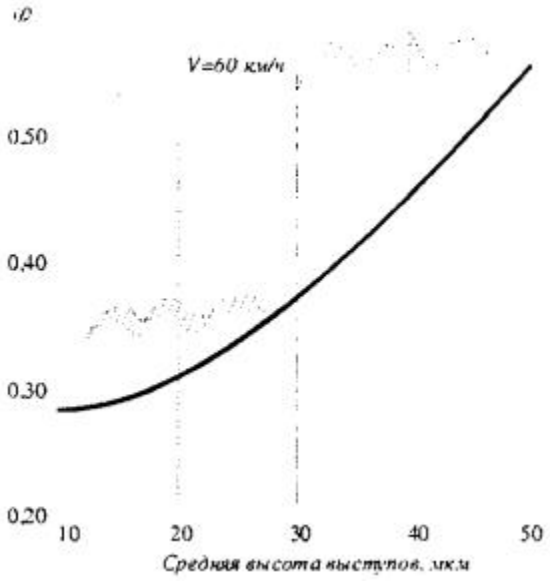


Рис. 4.2. Влияние микрошероховатости покрытия на коэффициент сцепления

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

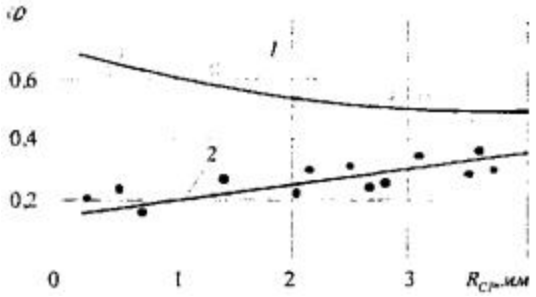


Рис. 4.3. Зависимость коэффициента сцепления от высоты неровностей покрытия при скорости движения 80 км/ч:
1 - сухое покрытие; 2 - мокрое покрытие

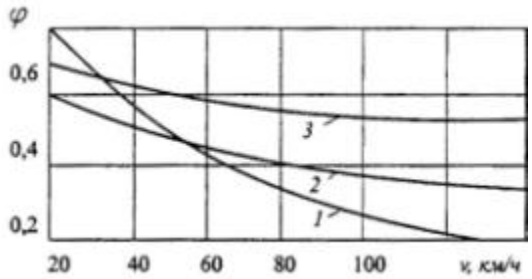


Рис. 4.4. Зависимость коэффициента сцепления от скорости автомобиля для покрытий с различной шероховатостью (данные В.А. Астрова):
1 - песчаный асфальтобетон; 2 - многощебенистый асфальтобетон; 3 - поверхностная обработка

Таблица 4.4

Значения коэффициентов сцепления и изменения сцепных качеств (данные проф. А.П. Васильева)

Покрытие	Состояние покрытия										
	эталонное (сухое)		мокрее (чистое)		мокрое (грязное)		рыхлый снег		уплотненный снег		голо
	jn	*bj*	*jn*	*bj*	*jn*	*bj*	*jn*	*bj*	*jn*	*bj*	*jn*
Цементобетонное	0,80-0,85	0,002	0,65-0,70	0,0035	0,40-0,45	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Асфальтобетонное с шероховатой обработкой	0,80-0,85	0,0035	0,60-0,65	0,0035	0,45-0,55	0,0035	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,10-0,20
Горячий асфальтобетон без шероховатой обработки	0,80-0,85	0,002	0,50-0,60	0,0035	0,35-0,40	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15
Холодный асфальтобетон	0,60-0,70	0,005	0,40-0,50	0,004	0,30-0,35	0,0025	0,12-0,30	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15
Чернощебеночное и черногравийное с шероховатой обработкой	0,60-0,70	0,004	0,50-0,60	0,004	0,30-0,35	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,10-0,20
То же, без обработки	0,50-0,60	0,004	0,40-0,50	0,005	0,25-0,30	0,003	0,12-0,30	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15
Щебеночное и гравийное	0,60-0,70	0,004	0,55-0,60	0,0045	03- 0,30	0,003	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,10-0,15
Грунтовое улучшенное	0,40-0,50	0,005	0,25-0,40	0,005	0,20	0,003	0,12-0,30	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,18

Во всех расчетных формулах коэффициент сцепления необходимо принимать соответственно виду и состоянию покрытия, скорости движения. Исходя из этого максимально возможная скорость на горизонтальном участке и на подъеме по сцеплению колеса автомобиля с дорогой с учетом сопротивления качению определяется по формуле проф. А.П. Васильева:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$V_{\phi\,max} = \frac{m_{20} - f_{20} - i}{m\beta\varphi + K_f} + 20, \text{ км/ч},$$ где

(4.6)

m - коэффициент сцепного веса (для легковых автомобилей 0,5-0,55, для грузовых 0,65-0,75).

Следует иметь в виду, что в нормативных документах обычно приведены значения коэффициента сцепления при скорости 60 км/ч. В этом случае, чтобы перейти к другой скорости, можно также пользоваться формулой (4.5), подставив вместо j_{20} значение j_{60}, а вместо скорости 20 км/ч - скорость 60 км/ч.

При боковом скольжении колес используют коэффициент поперечного сцепления

$j_2 = (0,5 - 0,85)j_1$.

Нормальные реакции дорожной одежды горизонтального участка на колеса неподвижного двухосного автомобиля

$$R_1 = \frac{Gb}{L}; \quad R_2 = \frac{Ga}{L},$$ где

a, *b* - отрезки, определяющие положение центра тяжести автомобиля в продольной плоскости; *L* - база автомобиля (см. рис. 4.1).

При движении автомобиля возникают дополнительные силы и моменты, различные в разных условиях (подъем, разгон, торможение и т.д.), которые меняют указанное распределение нагрузок и реакций дорожной одежды.

Предельные значения нормальных реакций для двухосного автомобиля при различном расположении и числе ведущих колес, используемые при определении предельной по условию буксования тяговой силы:

ведущие - задние колеса

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$R_2 = G\frac{a}{L - \varphi \cdot h_g}\cos\alpha;$$

(4.7)

ведущие - передние колеса

$$R_1 = G\frac{b}{L + \varphi \cdot h_g}\cos\alpha;$$

(4.8)

ведущие - передние и задние колеса

$$R_1 = G\frac{b - \varphi \cdot h_g}{L}\cos\alpha;$$

$$R_2 = G\frac{a + \varphi \cdot h_g}{L}\cos\alpha;$$ где (4.9)

j - коэффициент сцепления.

Остальные обозначения приведены на рис. 4.1. Аналогичные формулы для трехосного автомобиля имеются в книгах теория автомобиля.

Нормальные и касательные силы, передающиеся на покрытие, обычно имеют динамический характер. Объясняется это главным образом условиями прохождения колеса через неровности покрытия, влиянием перегрузки колес от вращающего момента двигателя, переменных продольных и поперечных уклонов, действием центробежных сил на поворотах.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Безопасность движения на дорогах непосредственно связана с устойчивостью автомобиля. Под потерей устойчивости подразумевают скольжение или опрокидывание автомобиля. Различают продольную и поперечную устойчивость. Более вероятно нарушение поперечной устойчивости. Устойчивость автомобиля зависит от его параметров, продольного и поперечного профилей дороги, качества (шероховатости, ровности и т.д.) покрытия.

Для современных автомобилей с низко расположенным центром тяжести маловероятно опрокидывание в продольной плоскости. Возможно лишь буксование задних колес, вызывающее сползание автомобиля при преодолении крутого подъема большой протяженности. Подъем, который может преодолеть по условиям сцепления (без буксования):

а) автомобиль с задними ведущими колесами

tga £ $aj/(L - jh_g)$;
(4.10)

при всех ведущих колесах tga £ j;

б) автомобиль-тягач с задними ведущими колесами

$$\operatorname{tg}\alpha \le \frac{a \cdot \varphi \cdot G}{G \cdot (L - \varphi \cdot h_g) + G_{np} \cdot (L - \varphi \cdot h_c)};$$

(4.11)

при всех ведущих колесах tga £ $jG/(G + G_g)$, где

G_{np} - полный вес прицепа с грузом, Н.

Устойчивость автомобиля по условиям сцепления на дороге с поперечным уклоном проезжей части (угол b) определяется неравенством tg$b$ £ j (рис. 4.5).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

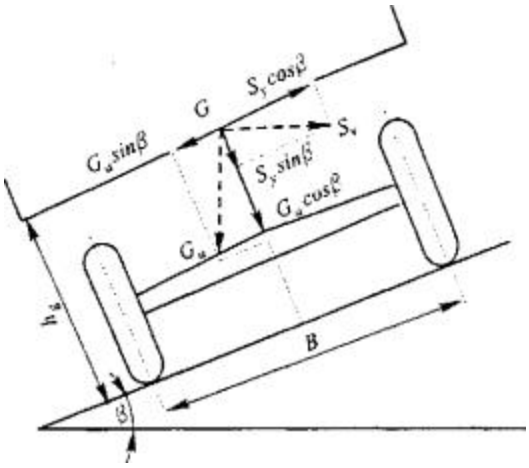


Рис. 4.5. Схема сил, соотношение между которыми определяет поперечную устойчивость движущегося автомобиля

Возможность поперечного опрокидывания автомобиля ограничена появлением бокового скольжения колес, если $j \leq B/2h_g$.

Чтобы обеспечить эффективность и безопасность движения транспортного потока, в составе которого имеются автомобильные поезда, состояние проезжей части должно удовлетворять более высоким требованиям, чем в случае движения только одиночных автомобилей.

При рассмотрении процесса взаимодействия автомобиля и дороги существенное значение имеет анализ влияния деформаций одежды на условия движения. На деформированную неровную поверхность покрытия автомобили оказывают дополнительное воздействие, вызванное ударами колес при проходе через неровности и повышенным давлением из-за колебания кузова и колес. Это в свою очередь приводит к дополнительным деформациям дорожной одежды в виде трещин, просадок, колей, выбоин, поперечных волн («гребенки»). При колебаниях кузова вследствие переменного давления колес покрытие истирается неравномерно. Неровности покрытия воздействуют на автомобиль, увеличивая колебания кузова и колес.

Автомобиль рассматривают как колебательную систему, состоящую из трех частей (масс); подрессоренной M и двух неподрессоренных m_1 и m_2 (рис. 4.6). К подрессоренной массе относят кузов с расположенной в нем нагрузкой b, раму с установленными механизмами. Неподрессоренными массами являются мосты (оси) в сборе, т.е. с тормозами, колесами, шинами.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

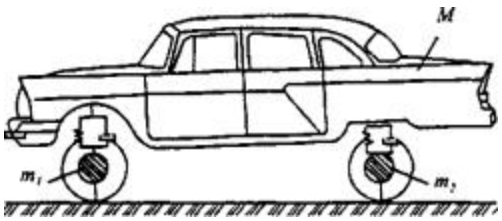


Рис. 4.6. Колебательная система автомобиля

Практическое значение имеют линейные вертикальные колебания кузова (покачивание), его угловые колебания в продольной плоскости автомобиля (галопирование), угловые колебания в поперечной плоскости (пошатывание), колебание осей (мостов) в вертикальной плоскости.

Частота возмущающей силы при периодическом воздействии неровностей дороги на колеса автомобиля

$$n_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot V}{3{,}6 \cdot S},$$ где (4.12)

S - длина неровности, м.

Связь между частотой возмущающей силы, размерами неровностей проезжей части и скоростью движения Р.В. Ротенберг рекомендует устанавливать по характеристике плавности хода автомобиля (рис. 4.7). Подобные характеристики составляют исходя из удовлетворения трем критериям допустимых колебаний автомобиля.

Недопустимы колебания автомобиля, при которых: нарушается удобство езды (спокойствие, комфортабельность) пассажиров и водителей вследствие быстрой и интенсивной утомляемости; не обеспечивается устойчивость грузов в кузове; наступает опасность для прочности рессор, шин и других частей автомобиля из-за возникновения в них повышенных напряжений. Поданным проф. А.К. Бируля, при удовлетворении первого критерия второй и третий удовлетворяются автоматически.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

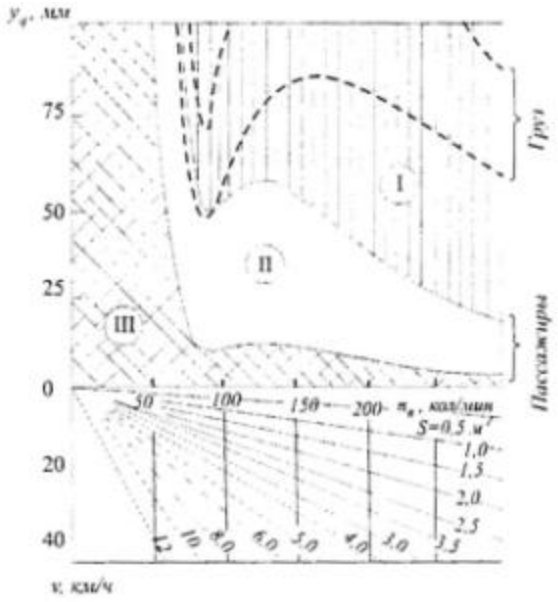


Рис. 4.7. Характеристика плавности хода автомобиля:
I - недопустимые колебания; II - допустимые; III - вполне допустимые: y_q - высота неровностей

Степень ощущения человеком колебаний определяют по формуле Целлера

$e = 101g(L^1L_0)$, где
(4.13)

L - энергия колебаний автомобиля, отнесенная к единице массы и к периоду колебания, $см^2/с^3$;

L_0 - относительная энергия колебания автомобиля, которая соответствует началу ощущения колебаний человеком, равная 0,5 $см^2/с^3$ (порог раздражения).

Значение e, равное единице, называют палем. Колебания и связанные с ними ощущения характеризуют числами палей (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Шкала степени ощущения человеком колебаний автомобиля

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Характер воздействия колебаний автомобиля на человека	Число палей	Максимально допустимые ускорения, м/с^2, при обычных частотах колебания кузова	
		систематические	единичные
Неприятный, беспокоящий	35-40	2-2,5	3-4
Вредный при длительном воздействии	45-55	3-4	5-7
Вызывающий явления морской болезни	60-70	> 5	>8

Неровности на покрытии вызывают дополнительное сопротивление движению, возникновение которого обусловлено затратой энергии на возбуждение колебаний кузова и колес. Эта энергия непрерывно рассеивается из-за межмолекулярного трения в рессорах, в узлах и деталях подвески, в шинах, на поверхности контакта колес с дорогой; дополнительное сопротивление обусловлено также рассеиванием энергии при ударах колес о неровности покрытия и осей (мостов) об ограничители хода.

Фактическое сопротивление движению на покрытиях с разной степенью ровности можно определить по формуле А. К. Бируля

$P_f = 0{,}01 + 10^{-6} a S_{TXK} V^2$, где
(4.14)

a - коэффициент, зависящий от конструктивных особенностей ходовых частей автомобилей (0,7 - для грузовых и 0,5 - для легковых);

V - скорость автомобиля, м/с;

S_{TXK} - показатель толчкомера, см/км (см. гл. 3).

Степень ровности покрытия, обеспечивающая заданную расчетную скорость, зависит от допустимых амплитуд и ускорения колебаний автомобилей.

В реальных условиях размеры и расположение неровностей носят случайный характер. Каждое колесо на неровном покрытии испытывает множество

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

нерегулярных импульсов, общий эффект которых вызывает сложные колебательные процессы автомобиля. При исследовании взаимодействия автомобиля и дороги Н.Я. Говорушенко применил теорию случайных (стохастических) функций. Сочетание этой теории с измерением ровности покрытий толчкомером ХАДИ позволило Н.Я. Говорушенко установить связь между суммой амплитуд (в см на 1 км дороги) относительных перемещений кузова и колес автомобиля (прогиб рессор) $S_{ТХК}$, средним квадратичным значением высот неровностей дороги s_q, средней длиной неровности S и скоростью V:

$$S_{ТХК} = \frac{10^3}{S} \delta \cdot a_1 \cdot \sigma_q \cdot V, \text{ см/км,}$$ где

(4.15)

d - коэффициент, зависящий от параметров подвески автомобиля и нагрузки на автомобиль;

a_1 - коэффициент корреляции.

На основании показания толчкомера и условий измерения ровности зависимость (4.15) позволяет судить о характере микропрофиля покрытия и обеспечиваемой скорости движения.

4.2. Воздействие автомобильных нагрузок на дорожные одежды

В зависимости от дорожных условий (горизонтальные участки прямолинейные в плане, участки с продольным уклоном, участки на кривых в плане, участки на кривых в продольном профиле и др.), а также от режима движения (равномерное движение с постоянной скоростью, ускоренное или замедленное движение и др.) в процессе движения автомобиля по дороге на дорожную одежду действуют различные силы взаимодействия между колесами автомобиля и дорожной конструкцией.

К ним относятся силы, нормальные к поверхности проезжей части, и силы, касательные к поверхности проезжей части, которые, в свою очередь, подразделяют на силы, направленные вдоль траектории движения колес, или продольные, и силы, направленные перпендикулярно к траектории движения колес, или поперечные.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Нормальная сила давления колеса (от веса автомобиля), воздействующая на дорожную одежду, является основной расчетной нагрузкой для ее проектирования и расчета на прочность.

Механическая энергия от двигателя автомобиля через его трансмиссию передается на ведущие колеса в виде вращающего момента, который вызывает появление пары сил. Одна из них, окружная сила, приложенная в плоскости проезжей части к площадке контакта шины с покрытием, стремится сдвинуть его верхний слой в сторону, противоположную направлению движения автомобиля, а вторая - тяговое усилие - передается через ведущий мост и рессоры на раму автомобиля и вызывает его движение. Кроме того, в результате взаимодействия ведущих колес и покрытия в плоскости проезжей части в зоне контакта шины с покрытием возникает реактивная тангенциальная сила (касательная реакция), практически равная окружной силе (или тяговому усилию) и направленная в сторону движения автомобиля. Ее наибольшее возможное значение ограничено силой сцепления шины с покрытием, когда автомобиль может двигаться без скольжения (буксования) колес.

Напряжения, возникающие в дорожной одежде при проезде автомобиля от действия нормального и тангенциального усилий, затухают с глубиной (рис. 4.8).

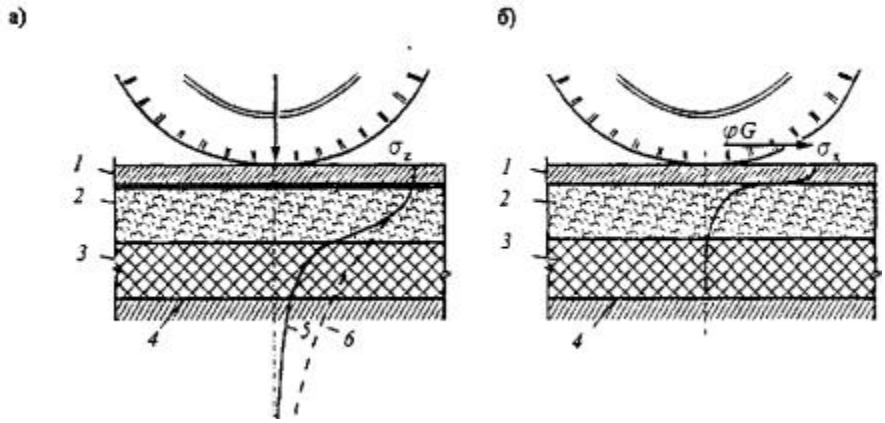


Рис. 4.8. Напряжения от колес автомобилей в многослойной дорожной одежде:
а - эпюра вертикальных напряжений s_z; б - эпюра горизонтальных напряжений s_x;
1 - покрытие: 2 - основание; 3 - дополнительный слой основания; 4 - подстилающий грунт; 5 - напряжения в дорожной одежде; 6 - напряжения в однородном грунте

Воздействие автомобиля на дорожную одежду характеризуется нагрузкой, приходящейся на ось, удельным давлением в зоне контакта колеса автомобиля с покрытием, временем приложения нагрузки, частотой ее повторения и динамичностью приложения. Величина осевой нагрузки зависит от грузоподъемности автомобиля, количества осей и схемы их расположения. Время приложения нагрузки зависит от скорости движения автомобиля, а число

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

приложений и интервал между ними непосредственно зависят от интенсивности движения и ее распределения по часам суток.

Указанные показатели автомобильных нагрузок определяют их воздействие на дорожную одежду, ее напряженно деформированное состояние, износ, работоспособность и срок службы.

В качестве расчетного используют наиболее тяжелый автомобиль из систематически обращающихся по дороге, доля которого составляет не менее 10 % с учетом перспективы изменения состава движения к концу межремонтного срока. Расчетной схемой нагружения дорожной одежды колесом автомобиля является гибкий круговой штамп диаметром D, передающий равномерно распределенную нагрузку величиной P. Величина расчетного удельного давления колеса на покрытие P и расчетного диаметра D приведенного к кругу отпечатка расчетного колеса назначают с учетом параметров расчетных автомобилей. Величину P принимают равной давлению воздуха в шинах. Диаметр расчетного отпечатка шины D определяют из зависимости:

$$D = \sqrt{\frac{40 Q_{расч}}{\pi P}}, \text{ см,} \quad \text{где} \tag{4.16}$$

$Q_{расч}$ - расчетная величина нагрузки, передаваемой колесом на поверхность покрытия, кН;

P - давление, МПа.

При проектировании дорожных одежд в качестве расчетных принимают нагрузки, соответствующие предельным нагрузкам на ось расчетного двухосного автомобиля. Если в задании на проектирование расчетная нагрузка не оговорена специально, за расчетную принимают нагрузку, соответствующую расчетному автомобилю группы А. Порядок приведения изложен в п. 1.3. Данные о нагрузках, передаваемых на дорожное покрытие автомобилями, выпускаемыми серийно, принимают по специальным справочникам.

Исследования проф. В.Ф. Бабкова показали, что при движении транспортных средств по неровной поверхности давление колеса на покрытие то возрастает по сравнению со статическим, то убывает. Отношение напряжения (деформации), вызванного динамическим действием нагрузки, к напряжению (деформации),

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

вызванному статическим действием той же нагрузки, называют коэффициентом динамичности нагрузки, или динамическим коэффициентом. Его зависимость от скорости для различных покрытий показана на рис. 4.9 и 4.10.

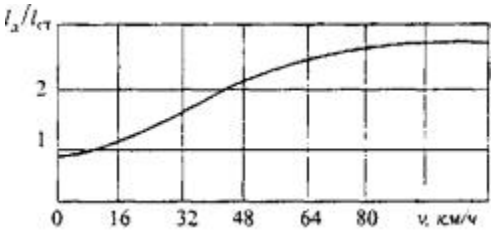


Рис. 4.9. Зависимость динамического коэффициента от скорости автомобиля на покрытии с неровной поверхностью (данные В.Ф. Бабкова)

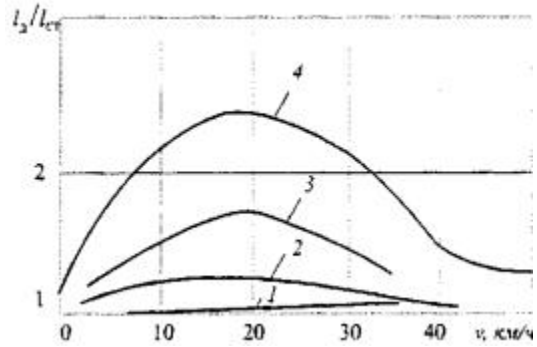


Рис. 4.10. Зависимость динамического коэффициента ($l_д/l_{cm}$) от скорости автомобиля по дорогам с разными типами покрытия (данные В.Ф. Бабкова):
1 - асфальтобетонное покрытие; 2 - обработанное битумом щебеночное покрытие с неровной поверхностью; 3 - щебеночное покрытие с выбоинами; 4 - булыжная мостовая

Опыты показывают, что на ровном покрытии, содержащем органическое вяжущее, с повышением скорости автомобиля коэффициент динамичности по деформации не возрастает, а убывает, так как существенно проявляются реологические свойства покрытия и подстилающего грунта, вследствие чего деформации в них не успевают полностью произойти из-за кратковременного давления катящегося колеса при значительных скоростях. В этом случае фактор времени (скорости приложения нагрузки) эквивалентен влиянию уменьшения давления на одежду и грунтовое основание. Следует отметить, что приведенные данные нуждаются в корректировке и уточнении в связи с существенными изменениями систем подрессоривания и динамических свойств автомобилей.

Наряду с вертикальными нагрузками на покрытие воздействуют горизонтальные (тангенциальные) усилия. Они вызываются трением шины о покрытие при передаче тягового усилия и торможении автомобиля, ударами колес при наездах на

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

неровности покрытия и трением о покрытие шины при неподвижном автомобиле. Наибольшего значения горизонтальное усилие F_{max} достигает при резком торможении автомобиля и хорошем сцеплении шины с покрытием. В этом случае

$F_{max} = p \times j \times m$, где (4.17)

m - коэффициент, учитывающий режим движения автомобиля (изменяется от 1,1 до 1,4).

Напряжения в дорожной конструкции, обусловленные действием касательных усилий на покрытие, сравнительно быстро затухают по мере удаления от поверхности в глубину и наиболее опасны в пределах верхних слоев. Поэтому касательные усилия учитывают лишь при оценке прочности и сдвигоустойчивости самого покрытия.

Расчет дорожных одежд на перегонных участках ведут на кратковременное (динамическое) и многократное действие подвижной нагрузки. Продолжительность действия нагрузки для средних условий современных скоростей автомобиля и размеров отпечатка колеса принимают равной 0,1 с. В этом случае значения модуля упругости и прочностных характеристик материалов и грунта также соответствуют длительности действия нагрузки 0,1 с.

На пересечениях в одном уровне с автомобильными и железными дорогами и на автобусных остановках расчет дорожной одежды осуществляют как на кратковременное многократное, так и длительное (статическое) однократное нагружение. На стоянках дорожную одежду рассчитывают на длительное однократное нагружение.

В случае длительного действия нагрузки в расчет принимают значения модулей упругости материалов и грунтов и их прочностные характеристики, соответствующие продолжительности нагружения более 10 мин.

Суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки в точке на поверхности конструкции за срок службы определяют по формуле

$$\sum N_p = f_{пол} \sum_{m=1}^{n} \left(N_{1m} K_c T_{рдг} \cdot 0,7 \right) S_{mсут} k_n$$

(4.18)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

или по формуле:

$$\sum N_p = 0{,}7 \cdot N_p \frac{K_c}{q^{(T_{сл}-1)}} T_{рдг} k_n,$$ где

(4.19)

$f_{пол}$ - коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним, определяемый по табл. 4.6;

n - число марок автомобилей;

N_{1m} - суточная интенсивность движения автомобилей m-й марки в первый год службы (в обоих направлениях), авт./сут;

N_p - приведенная интенсивность на последний год срока службы, авт./сут;

$S_{mсум}$ - суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства m-й марки к расчетной нагрузке $Q_{расч}$ [72];

k_n - коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (табл. 4.7);

$T_{рдг}$ - расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции (определяемое по табл. 4.8);

Таблица 4.6

Число полос движения	Значение коэффициента $f_{пол}$ для полосы с номером от обочины		
	1	2	3
1	1,00	-	-
2	0,55	-	-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

3	0,50	0,50	-
4	0,35	0,20	-
6	0,30	0,20	0,05

Примечание. Порядковый номер полосы считается справа по ходу движения в одном направлении. Для расчета обочин принимают $f_{пол}$ = 0,01.

Таблица 4.7

Тип дорожной одежды	Значение коэффициента k_n при различных категориях дорог				
	I	II	III	IV	V
Капитальный	1,49	1,49	1,38	1,31	-
Облегченный	-	1,47	1.32	1.26	1,06
Переходный	-	-	1,19	1,16	1,04

Таблица 4.8

Рекомендуемые значения $T_{рдг}$ в зависимости от местоположения дороги

Номера районов на	Примерные географические границы районов	Рекомендуемое количество расчетных дней в году ($T_{рдг}$)
1	2	3

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1	Зона распространения вечномерзлых грунтов севернее семидесятой параллели	70
2	Севернее линии, соединяющей Онегу - Архангельск - Мезень - Нарьян-Мар - шестидесятый меридиан - до побережья Европейской части	145
3	Севернее линии, соединяющей Минск - Смоленск - Калугу - Рязань - Саранск - сорок восьмой меридиан - до линии, соединяющей Онегу - Архангельск - Метень - Нарьян-Мар	125
4	Севернее линии, соединяющей Львов - Киев - Белгород - Воронеж - Саратов - Самару-Оренбург - шестидесятый меридиан - до линии районов 2 и 3	135
5	Севернее линии, соединяющей Ростов-на-Дону – Элисту - Астрахань - до линии Львов - Киев - Белгород - Воронеж - Саратов - Самара	145
6	Южнее линии Ростов-на-Дону - Элиста - Астрахань для Европейской части, южнее сорок шестой параллели для остальных территорий	205
7	Восточная и Западная Сибирь, Дальний Восток (кроме Хабаровского и Приморского краев. Камчатской области), ограниченные с севера семидесятой параллелью, с юга сорок шестой параллелью	130-150 (меньшие значения для центральной части)
8	Хабаровский и Приморский края. Камчатская область	140

П р и м е ч а н и я: 1. Расчетным считается день, в течение которого сочетание состояния грунта земляного полотна по влажности и температуре асфальтобетонных слоев конструкции обеспечивают возможность накопления остаточной деформации в грунте земляного полотна или малосвязных слоях дорожной одежды. 2. Значения величины $T_{рдг}$ на границах районов следует принимать по наибольшему из значений.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

K_c - коэффициент суммирования (табл. 4.9) определяют по формуле:

$$K_c = \frac{q^{T_{сл}-1}}{q-1},$$ где
(4.20)

$T_{сл}$ - расчетный срок службы. При отсутствии региональных норм расчетный срок службы дорожной одежды допускается назначить в соответствии с рекомендациями табл. 4.10;

q - показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам.

Таблица 4.9

Показатель изменения интенсивности движения по годам, q	Значение K_c при сроке службы дорожной одежды $T_{сл}$, в годах			
	8	10	15	20
0,90	5,7	6,5	7,9	8,8
0,92	6,1	7,1	8,9	10,1
0,94	6,5	7,7	10,0	11,8
0,96	7,0	8,4	П,4	13,9
0,98	7,5	9,1	13,1	16,6
1,00	8,0	10,0	15,0	20,0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1,02	8,6	10,9	17,2	24,4
1,04	9,2	12,0	20,0	29,8
1,06	9,9	13,2	23,2	36,0
1,08	10,6	14,5	27,2	45,8
1,10	11,4	15,9	31,7	67,3

Таблица 4.10

Рекомендуемый расчетный срок службы конструкции

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Срок службы в дорожно-климатических зонах $T_{сл}$, лет		
		I, II	III	IV, V
I	Капитальный	14-15-18	15-19	16-20
II	Капитальный	11-15	12-16	13-16
III	Капитальный	11-15	12-16	13-16
	Облегченный	10-13	11-14	12-15
IV	Капитальный	11-15	12-16	13-16
	Облегченный	8-10	9-11	10-12

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

V	Облегченный	8-10	9-11	10-12
	Переходный	3-8	3-9	3-9

4.3. Влияние климата и погоды на состояние дорог и условия движения автомобилей

Климат и погода - составные части природных факторов, которые существенно влияют на транспортно-эксплуатационные характеристики дорог, на режим и безопасность движения, т.е. на условия движения по дороге и режим ее функционирования [10, 12].

Условия движения - та реальная обстановка на дороге, в которой осуществляется движение автомобиля, включающая в себя дорожные условия, транспортный поток и состояние окружающей среды, под которой подразумевают погодно-климатические условия. Погодно-климатические условия существенно влияют на состояние поверхности дороги, по которой движется автомобиль, которую видит и воспринимает водитель при выборе режима движения. При анализе этого влияния различают следующие понятия и определения.

Погода, погодные условия, условия погоды и метеорологические условия используются как синонимы и означают состояние атмосферы, которое характеризуется совокупностью значений метеорологических явлений, факторов или элементов в данном месте, в данный момент.

Климатические или метеорологические явления, элементы (факторы) - это отдельные характеристики состояния атмосферы, которые наблюдаются на метеостанциях (атмосферное давление, температура, влажность воздуха, ветер, осадки, туман, метель и т.д.).

Каждый метеорологический фактор характеризуется вероятностью появления (повторяемостью), продолжительностью действия и последействия, интенсивностью. Данные о вероятности появления, продолжительности действия и интенсивности приведены в климатических справочниках или могут быть получены на ближайшей к дороге метеостанции.

Продолжительность последействия. Время с момента прекращения данного метеорологического явления до прекращения действия его последствий на состояние дорог и условия движения (например, время просыхания поверхности дороги после прекращения дождя) может быть получено только путем наблюдений в различные периоды года.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Климат (климатические условия) - статистический режим условий погоды за длительный период времени (от одного года до многих десятилетий), т.е. это закономерная последовательность атмосферных процессов в данной местности, обусловливающая характерный для этой местности режим погоды. **Микроклимат** - климат небольшой территории, возникающий под влиянием различий рельефа, растительности, состояния почвы, наличия водоемов, застройки и т.д. Воздействие метеорологических факторов на условия движения передается через состояние поверхности дороги, взаимодействие автомобиля с дорогой и восприятие условий движения водителем. Состояние поверхности дорог оценивается качественными характеристиками: сухое, влажное, мокрое (чистое и загрязненное), заснеженное (покрытие с рыхлым снегом или уплотненным слоем снега - снежный накат), гололед и т.д.

Условия движения в период действия неблагоприятных метеорологических явлений значительно сложнее, чем при сухом, чистом покрытии и обочинах. Различия определяются рядом факторов, основными из которых являются:

снижение сцепных качеств покрытия, изменение взаимодействия автомобиля с дорогой, ухудшение ровности покрытия под влиянием осадков, гололеда, тумана, повышенной влажности воздуха и других факторов;

увеличение сопротивления движению из-за отложений снега, грязи, гололеда, неровностей на дороге, в результате чего снижается свободная мощность двигателя автомобиля;

изменение очертания и внешнего вида проезжей части и обочин, параметров поперечного профиля из-за снежных отложений и образования полос наката, что приводит к изменению восприятия дороги водителем;

уменьшение метеорологической видимости в период туманов, осадков, пурги, пыльных бурь, слепящего действия солнца, изменяющих восприятие условий движения водителем;

ухудшение эксплуатационно-технических качеств автомобиля, прежде всего систем, обеспечивающих удобство и безопасность движения, к которым относятся тормоза, рулевое управление, обзорность, видимость, сигнальная система.

Степень влияния метеорологических явлений на режим и безопасность зависит от интенсивности метеорологического явления и скорости движения автомобиля (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Метеорологические факторы и условия движения на автомобильных дорогах

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Метеорологические факторы	Скорость движения, K_{pc}.	Степень опасности метеорологических условий	Интенсивность метеорологических факторов различной степени опасности для расчетных скоростей, км/ч				
			150	120	100	80	60
Метель, м/с	1,0-0,75	МО	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3
	0,75-0,5	О	3-9	3-9	3-9	3-9	3-9
	<5	ОО	>9	>9	>9	>9	>9
Гололед	1,0-0,75	МО	-	-	-	-	-
	0,75-0,5	О	-	0,2-0,4	0,15-0,35	0,20-0,30	0,20
	<5	ОО	<0,3	<0,2	<0,15	<0,15	<0,15
Осадки:							
дождь, мм/мин	1,0-0,75	МО	-	-	-	-	<0,2
	0,75-0,5	О	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2-1,2
	<5	ОО	>0,2	>0,2	>0,2	>0,2	>1,2
снегопад, мм/ч	1,0-0,75	МО	-	-	<0,1	<1,5	<1,5
	0,75-0,5	О	<0,1	<0,1	0,1-1,0	0,15-1,5	1,5-2,5

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	<5	ОО	>0,1	>0,1	>1,0	>1,5	>2,5
Туман, видимость, м	1,0-0,75	МО	>350	>500	>250	>200	> too
	0,75-0,5	О	170-350	200-500	150-250	100-200	70-100
	<0,5	ОО	< 170	<200	< 150	< 100	<70
Ветер, м/с	1,0-0,75	МО	<7	<10	<15	<20	<30
	0,75-0,5	О	7-12	10-20	15-20	20-30	30
	<0,5	ОО	>12	>20	>20	>30	>30
Температура воздуха, °С:							
положительная	1,0-0,75	МО	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30
	0,75-0,5	О	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40
	<0,5	ОО	>40	>40	>40	>40	>40
отрицательная	1,0-0,75	МО	10-30	10-30	10-30	10-30	10-30
	0,75-0,5	О	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
	<0,5	ОО	<40	<40	<40	<40	<40

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Относительная влажность воздуха, %	1,0-0,75	МО	50-90	50-90	50-90	50-90	90-100
	0,75-0,5	О	90-100	90-100	90-100	90-100	

Примечание. О - опасные, ОО - особо опасные, МО - малоопасные.

Каждому периоду года соответствуют свои характерные условия погоды, оказывающие существенное влияние на формирование состояния поверхности дороги и условий движения. К зимнему относят период, характеризующийся устойчивой средней суточной температурой воздуха ниже 0 (рис. 4.11). В некоторых случаях под зимним подразумевают период с начала образования устойчивого снежного покрова до момента его схода. На большей части территории России зимний период самый длительный, продолжительность его колеблется от 20 до 260 дней в году.

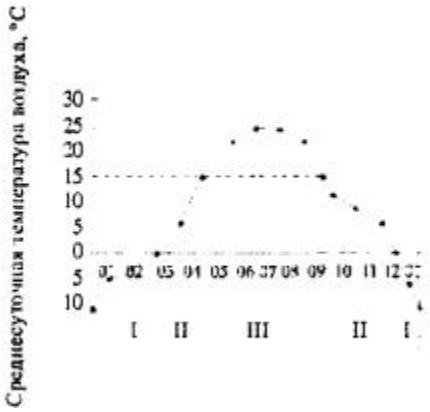


Рис. 4.11. Продолжительность характерных периодов года:
I - зимний период; II - осенний и весенний переходные периоды; III-летний период

Переходные периоды - весенний и осенний с неустойчивой погодой, при которой наблюдаются осадки всех видов (твердые, жидкие и смешанные). Весенним считается период со средней суточной температурой воздуха от 0 до +15°С. В целом этот период, отличающийся резкими переходами от потепления к похолоданиям, длится от 30 до 60-80 сут.

Осенним принято считать период, характеризующийся понижением температуры от +15°С до 0. Общее количество осадков осенью меньше, чем летом, но продолжительность их выпадения значительно больше. Длительность осеннего периода на территории страны колеблется в широких пределах - от 70 до 120 сут.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Летний период ограничен датами перехода средней суточной температуры через +15°С. Летом увеличивается количество осадков, но сокращается продолжительность их выпадения.

Для большинства районов страны наиболее трудные условия движения наблюдаются в зимний и осенне-весенний периоды, а для районов с жарким и сухим климатом - в летний период. Наиболее трудные периоды года и должны быть приняты за расчетные при выборе методов и средств обеспечения удобства и безопасности движения. Основные характеристики погодно-климатических факторов по их влиянию на условия движения приведены в табл. 4.12.

Таблица 4.12

Характеристики погодно-климатических факторов, влияющих на условия движения

Метеорологические факторы	K_{pc}	Средняя продолжительность, ч		Вероятность метеорологических факторов, % по зонам			
		действия	последействия	IA	IБ	II	III
Температура положительная	1,0-0,75	6	-	28-36	60-65	64-70	72-78
	0,75-0,5	6	-	-	-	0,1-0,3	5-6
	<0,5	4	-	-	-	0,1-0,3	3-4
Температура отрицательная	1,0-0,75	-	-	27-33	34-40	30-35	14-18
	0,75-0,5	12	-	15-18	0,4-0,6	0,2-0,4	-
	<0,5	12	-	19-24	-	-	-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Относительная влажность воздуха	1,0-0,75	-	-	96-99	84-90	75-79	79-84
	0,75-0,5	10	-	1-4	10-16	21-25	16-21
Дождь (жидкие + смешанные)	<0,5	4,6	3-10[1] 4-122[2]	8-12	27-33	26-32	24-30
Ветер	1,0-0,75	-	-	98-99	96-98	90-94	98-99
	0,75-0,5	12	-	1-2	2-4	6-10	1-2
	<0,5	-	-	0,01-0,05	0,01-0,05	0,01-0,02	0,01-0,05
Туман Снегопад	0,75-0,5	4,8	-	3,5-5,0	5-10	10-14	15-17
	<0,5	8	6-10 10-200	16-21	17-25	9-14	5-9
Гололед	<0,5	5	1-4 4-24	0-0,5	8-12	9-13	2-4
Метель	0,75-0,5	7,2	6-24 40-250	0,8-2,0	6-11	2-4	0,3-0,6
	<0,5	7,2		0,1-0,3	1,5-3,1	3-6	0,05-0,15

Примечания: 1. Длительность последствия на дорогах с высоким уровнем содержания. 2. То же, на дорогах с допустимым уровнем содержания.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Каждому периоду года соответствуют свои наиболее характерные состояния поверхности дороги, которые могут распространяться на полную ширину проезжей части и обочин, охватывать большие протяжения дорог или захватывать небольшую часть покрытия, образуя отдельные пятна в зависимости от метеорологических условий, параметров и характеристик дорог, интенсивности и состава движения, а также уровня содержания дороги.

В **летний период** наиболее часто наблюдается сухое чистое покрытие, сухие обочины и в целом благоприятные условия движения. В **переходные периоды** года наиболее часто наблюдается влажное и мокрое покрытие и грязные, разрушенные обочины.

При выпадении осадков в виде дождя на поверхности покрытия образуется слой воды, который начинает заметно влиять на сцепные свойства уже при толщине пленки более 0,2 мм, снижая адгезионную составляющую силы трения. Коэффициент сцепления резко снижается в начальный период дождя, когда образуется густая смазка на поверхности. После того как грязь с поверхности покрытия смыта дождем, коэффициент сцепления несколько увеличивается.

В **зимний период** года состояние поверхности дороги может колебаться в наибольших пределах. Поверхность дороги зимой может быть сухой и чистой от снега, покрыта слоем сухого рыхлого снега (заснеженной), снежным накатом, мокрым снегом или коркой в виде гололеда или искусственной скользкости, образующейся путем уплотнения и оплавления снега под влиянием движущихся автомобилей.

От климата местности во многом зависит продолжительность различных состояний поверхности дороги. На продолжительность того или иного состояния существенно влияет технический уровень и качество содержания дорог в неблагоприятные периоды года.

Данные о фактической продолжительности состояния поверхности необходимы для определения фактической скорости движения и расхода топлива, себестоимости перевозки и многих других технических и экономических расчетов. Впредь до накопления указанных данных продолжительность различных состояний поверхности дороги можно определять по формуле

$$T_i = \lambda_{\text{д}} D_{\text{л}} + \lambda_{\text{о-т}} D_{\text{о-в}} + \lambda_{\text{з}} D_{\text{з}},$$ где

(4.21)

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ - коэффициенты длительности состояний (сухого, мокрого, заснеженного, снежного наката, гололеда);

$D_л, D_{о-з}, D_з$ - продолжительность летнего, осенне-весеннего и зимнего периодов в данной зоне, сут.

Коэффициент l_i комплексно учитывает влияние климатических факторов, интенсивности движения, технического уровня и качества содержания дороги (табл. 4.13).

Таблица 4.13

Значение коэффициента длительности состояния покрытия (данные проф. А. П. Васильева)

Категория дороги	Коэффициент l_i для различных состояний покрытия и периодов года									
	Летний		Осенне-весенний		Зимний					
	сухое	мокрое	сухое	мокрое	сухое чистое	мокрое	рыхлый снег	снежный накат	искусственный гололед	естественный гололед
I	0,80-0,85	0,15-0,20	0,6-0,70	0,30-0,40	0,55-0,65	0,08-0,15	0,04-0,05	0,1	0,10	0,02
II	0,80-0,85	0,15-0,20	0,6-0,70	0,30-0,40	0,50-0,6	0,09-0,13	0,04-0,06	0,12-0,16	0,12	0,03
III	0,80-0,85	0,15-0,20	0,5-0,60	0,40-0,50	0,25-0,48	0,10-0,15	0,06-0,12	0,20-0,25	0,12-0,14	0,04
IV	0,80-0,85	0,15-0,20	0,5-0,60	0,40-0,50	0,20-0,40	0,06-0,10	0,15-0,20	0,25-0,35	009-0,10	0,05

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

П р и м е ч а н и я: 1. Большие значения *l* для сухого покрытия (соответственно меньшие для мокрого) в летний и переходные периоды принимают при наличии краевых укрепленных полос или укрепленных обочин. 2. Для зимнего периода коэффициент назначают с учетом уровня оснащения службы эксплуатации машинами и оборудованием для зимнего содержания, принятого в проекте. Минимальное значение для мокрого покрытия, рыхлого снега, снежного наката и гололеда на покрытии принимают при 100 %-ной оснащенности по сравнению с нормативной, соответственно максимальные значения принимают при оснащенности, не превышающей 50 %.

Продолжительность периодов года определяют по многолетним данным изменения среднесуточной температуры воздуха, получаемым из климатических справочников.

Каждому периоду года соответствует характерное состояние поверхности. За **расчетные** могут быть приняты следующие состояния поверхности.

В зимний период: а) слой рыхлого снега на покрытии и обочинах лежит только во время снегопадов и метелей в перерывах между проходами снегоочистительных машин; б) проезжая часть чистая, без снега, уплотненный снег и лед имеется на прикромочных полосах, а рыхлый - на обочинах; в) проезжая часть покрыта слоем плотного снежного наката, на обочинах - слой рыхлого снега; г) на поверхности покрытия гололед; д) поверхность дороги влажная, имеется рыхлый мокрый снег или слой снега и льда, растворенного хлоридами.

Схемы а), б), г), д) служат расчетными для дорог I-III категорий, схемы б), в) для III и IV категорий. Расчетную толщину слоя рыхлого снега на покрытии принимают в зависимости от защищенности дороги от снежных заносов и оснащенности дорожной службы машинами для зимнего содержания, но не менее 10 мм.

В осенне-весенние переходные периоды: а) вся поверхность мокрая чистая; б) проезжая часть мокрая чистая, прикромочные полосы загрязнены; в) проезжая часть мокрая загрязненная.

Схему а) принимают за расчетную для дорог I и II категорий с обочинами, укрепленными на всю ширину каменными материалами с применением минеральных или органических вяжущих. Схема б) относится к дорогам или участкам с укрепленными краевыми полосами и неукрепленными обочинами или имеющим обочины, укрепленные щебеночными и гравийными материалами без вяжущих. Схема в) относится к дорогам без укрепленных краевых полос и обочин.

В летний период: сухие и чистые покрытия и обочины.

Каждому расчетному состоянию покрытия соответствует определенный коэффициент сопротивления качению и коэффициент сцепления, зависящие от скорости.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Изменение ширины проезжей части и обочин по сезонам года. Фактически используемая для движения автомобилей ширина проезжей части и ширина обочин на одном и том же участке дороги является величиной переменной и колеблется в широких пределах в различные сезоны года в зависимости от погодно-климатических условий, конструктивных особенностей земляного полотна, проезжей части, краевых полос, обочин, а также от уровня содержания дороги (рис. 4.12). Фактически используемую ширину чистой укрепленной поверхности определяет по формуле

$B_{1ф} = B_{пр} + 2b - 2b_1$, где
(4.22)

$B_{пр}$ - проектная ширина проезжей части, м;

b - ширина краевой укрепленной полосы, м;

b_1 - ширина полосы загрязнения краевой укрепленной полосы или прикромочной полосы проезжей части, м.

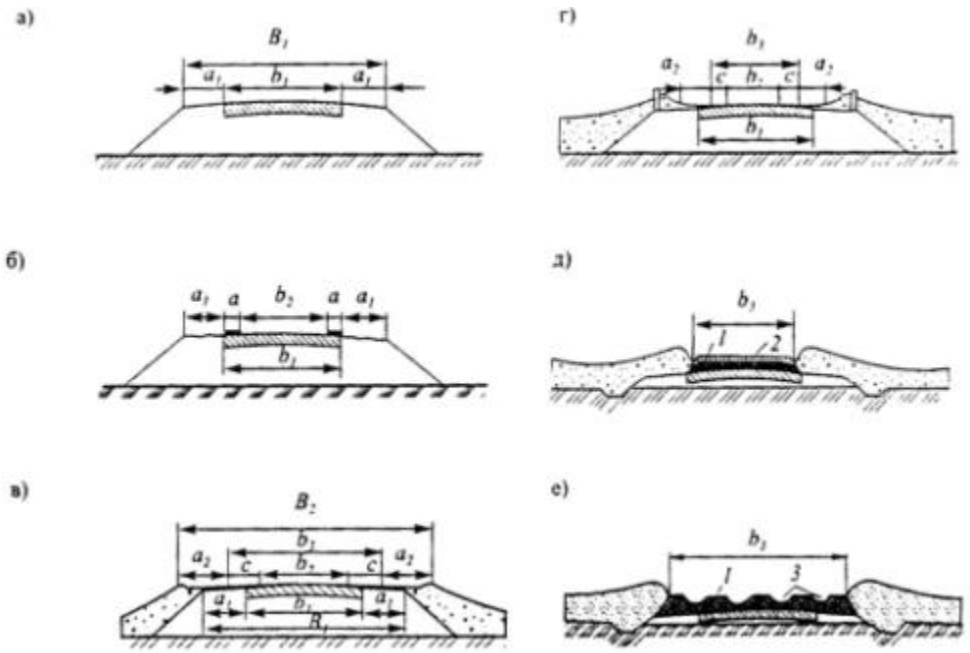


Рис. 4.12. Характерные поперечные профили дорог в различные периоды года:
а - летом; б - осенью и весной при неукрепленных обочинах; в - зимой на участках, не имеющих помех для снегоочистки; г - зимой на участках, имеющих помехи для снегоочистки; д, е - при неполной очистке снега;
1 - уплотненный снег; 2 - рыхлый снег; 3 - колеи наката;
a - ширина загрязненных полос осенью и весной; a_1 - ширина обочин; a_2 - фактическая ширина обочин зимой; b_1 - ширина проезжей части; b_2 - ширина чистой проезжей части; b_3 - используемая ширина проезжей части; c - ширина

полос наката из снега или льда; B_1 - ширина земляного полотна; B_2 - ширина дороги зимой

Летом в сухую погоду во всех климатических зонах в основном сохраняются проектные параметры поперечного профиля дорог и движение происходит по всей ширине проезжей части. Обочины в этот период находятся в сухом плотном состоянии.

В переходные периоды года и особенно осенью изменения фактической ширины проезжей части начинаются с выпадением дождей, понижением и увеличением относительной влажности воздуха, а весной при таянии снега. Это происходит за счет загрязнения проезжей части, которое зависит от типа грунта обочин, их ширины и типа укрепления, общей ширины проезжей части, наличия въездов и съездов без твердого покрытия. Занесенная транспортом на проезжую часть грязь под действием движения перемещается к кромкам и откладывается на прикромочной полосе проезжей части (рис. 4.13).

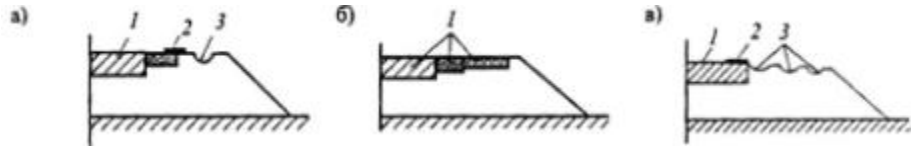


Рис. 4.13. Характерные состояния обочин в переходные периоды года:
а - при наличии краевых укрепленных полос; б - укрепление на всю ширину; в - без укрепления;
1 - чистая поверхность; 2 - слой пыли или грязи; 3 - колеи и неровности на обочине

При отсутствии укрепленных обочин сокращение проезжей части из-за загрязнения составляет 0,6-1,2 м. На участках с укрепленными на всю ширину обочинами сокращения ширины проезжей части почти не происходит. Характерным для зимних условий является исчезновение четких очертаний границ земляного полотна и сглаживание его форм. В районах с длительным зимним периодом, частыми снегопадами и метелями при регулярной снегоочистке на прикромочных полосах обочин и проезжей части образуется ровный плотный слой снега шириной 0,2-0,6 м и толщиной 2-10 см, по которому может происходить движение автомобилей (рис. 4.14). Фактическая ширина проезжей части, используемая для движения на дорогах с хорошим зимним содержанием, как бы увеличивается. Поэтому на отдельных участках дорог зимой могут быть лучшие условия для движения, чем летом. Средняя ширина фактически используемой полосы движения составляет 8-8,5 м, т.е. больше, чем ширина проезжей части. Интересно отметить, что эту ширину водители выбирают в течение всей зимы и, по-видимому, она является наиболее предпочтительной для двухполосного движения. Ширина прикромочных полос уплотненного снега колеблется от 0,2 до 2,5 м с каждой стороны. При отсутствии регулярной снегоочистки фактическая

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

(чистая) ширина проезжей части резко сокращается или исчезает полностью и движение осуществляется по слою рыхлого или уплотненного снега.

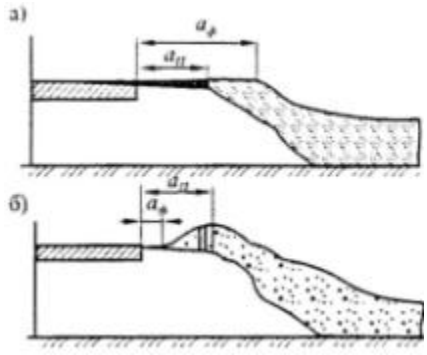


Рис. 4.14. Параметры и состояние обочин зимой:
а - при тщательной очистке снега; б - при образовании вала снега на участках ограждений, сигнальных столбиков; $a_П$ - проектная ширина обочины; $a_ф$ - фактическая ширина обочины

В районах, где зимы теплые, малоснежные, снег зимой часто тает и полосы наката на кромках проезжей части не образуются. Характерной особенностью состояния дорог в зимний период является значительное колебание ширины чистой проезжей части по длине дороги и во времени. Большие сужения происходят на снегозаносимых участках дорог, участках установки ограждений, парапетов и направляющих столбиков, которые способствуют образованию снежных отложений и мешают уборке снега. Особенно неблагоприятные условия создаются на кривых малого радиуса (до 300 м) в плане, на которых устанавливаются ограждения, затрудняющие и без того сложные условия снегоочистки, на развязках дорог в одном и разных уровнях.

4.4. Районирование территории по условиям движения на дорогах

Вероятность появления, интенсивность и длительность метеорологических факторов в различных регионах различна. Региональный характер изменения погодно-климатических условий на территории страны приводит к тому, что автомобильные дороги одинаковых технических характеристик в одних регионах обеспечивают круглогодичное удобное и безопасное движение с высокими скоростями, а в других на таких же дорогах в отдельные периоды года наблюдается движение с пониженными скоростями и повышенной аварийностью.

Для комплексной оценки климата различных регионов проф. А.П. Васильев предложил показатель влияния климата на условия движения автомобилей

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$П_к = K^з_{рс} - \overline{K}_{сг},$$ где

(4.23)

$K^з_{рс}$ - коэффициент обеспеченности расчетной скорости на эталонном участке дороги в эталонных метеорологических условиях;

$K_{сг}$ - среднегодовой коэффициент обеспеченности расчетной скорости на эталонном участке дороги с учетом влияния на состояние поверхности дороги и режим движения всего комплекса погодно-климатических факторов, характеризующих климат данного района.

Физический смысл этого показателя заключается в том, что он показывает долю среднегодового снижения максимальной скорости движения на эталонном участке дороги под воздействием погодно-климатических факторов. Чем больше величина показателя влияния климата на условия движения $П_к$, тем значительнее его отрицательное воздействие на режим движения транспортных потоков. Таким образом, этот показатель позволяет количественно сравнивать климат различных регионов страны по степени влияния на условия движения.

Аналогично может быть оценено и изменение условий движения автомобилей в одном и том же регионе, но в различные периоды года. При этом необходимо учесть неравномерность изменения интенсивности движения по этим периодам:

$$П_{сез} = \frac{\left(K^з_{рс} - K^{сез}_{рс}\right) Д_{сез} \times K_и}{365},$$ где

(4.24)

$K_{рс}^{сез}$ - среднесезонный коэффициент обеспеченности расчетной скорости на эталонном участке дороги;

$Д_{сез}$ - длительность сезона, сут;

$К_и$ - коэффициент учета неравномерности движения по сезонам года (см. п. 6.5).

Чем больше величина показателя влияния сезонных погодно-климатических факторов на условия движения, тем более трудным для движения является этот период, а сумма сезонных показателей дает величину показателя влияния климата данного региона, то есть

$П_К = П_Л + П_З + П_П$, где
(4.25)

$П_Л$, $П_З$, $П_П$ - соответственно показатели влияния сезонных погодно-климатических факторов для летнего, зимнего и переходных периодов.

Показатель влияния климата и сезонных погодно-климатических условий позволяет осуществить районирование страны по условиям движения, т.е. выделить районы с различными расчетными периодами. Для большинства районов нашей страны наиболее трудные условия движения наблюдаются в зимний и осенне-весенний периоды, а для районов с жарким и сухим климатом - летний период. Наиболее трудные периоды года по условиям движения и должны быть приняты за расчетные при выборе методов и средств обеспечения удобства и безопасности движения. На основании выполненных исследований предложено районирование территории страны по влиянию климата на состояние поверхности дорог и условия движения (рис. 4.15).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

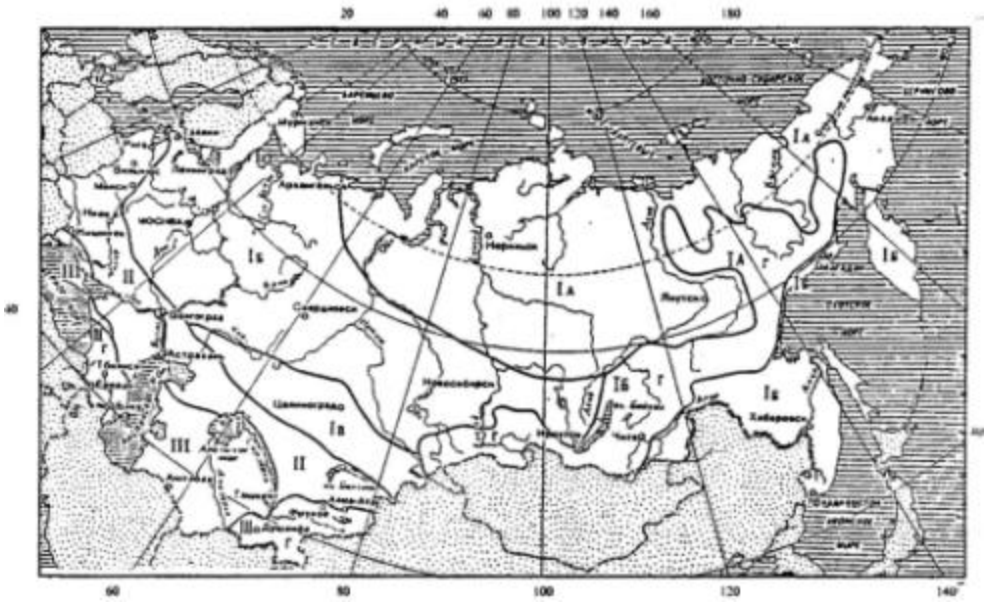


Рис. 4.15. Районирование территории СССР по условиям движения на автомобильных дорогах

Зона I с зимним расчетным периодом. К этой зоне отнесены районы, где зимний период составляет не менее 125 суток в году. Расчетным для этой зоны является движение по заснеженному, скользкому покрытию при наличии суженной проезжей части. В пределах I зоны выделены подзоны с некоторыми отличительными признаками.

Подзона IA характеризуется тем, что здесь зимний расчетный период является единственным, поскольку переходные периоды очень короткие (20-60 сут в году) и ими можно пренебречь. Скользкость покрытия определяется только гололедом и наличием накатанного или рыхлого слоя снега на покрытии.

Подзона IБ характерна тем, что ее зимний расчетный период дополняется значительным по длительности (60-100 сут) переходным периодом. Следовательно, в подзоне IБ необходимо конструктивные и организационные мероприятия дополнять мероприятиями, рассчитанными на обеспечение удобства и безопасности в переходные периоды года.

Подзона IВ близка по характерным особенностям к зоне II, так как длительность переходного периода достигает 120 сут. Расчетными условиями являются скользкость и сужение проезжей части из-за наличия гололеда, снежных отложений, выпадения осадков и грязных обочин, то есть в этой подзоне необходимы мероприятия, характерные для зимнего и переходных периодов.

Зона II характерна тем, что расчетными являются переходные периоды, которые длятся 40-110 сут, а зимний период 40-125 сут. Зимы в этих районах малоснежные

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

с частыми оттепелями, поэтому расчетным состоянием дорог можно считать повышенную скользкость покрытия из-за увлажнения и загрязнения покрытия на обочинах и переходных полосах.

Зона III характеризуется летним расчетным периодом, так как зимний и осенне-весенний периоды весьма короткие и вместе составляют 90-110 сут. Основными расчетными условиями являются движение в период высокой температуры воздуха, а поверочными - условия движения в период выпадения дождей. К зоне III могут быть отнесены южные районы Кавказа и районы Средней Азии.

Для горных районов расчетный период рекомендуется определять для каждого характерного участка дороги по высоте, так как в зависимости от высоты местности над уровнем моря погодно-климатические условия значительно изменяются.

Районирование по условиям движения коррелируется с дорожно-климатическим районированием. Однако границы зон отличаются одна от другой. Так, зона I по условиям движения включает в себя зону I, II и III дорожно-климатического районирования. Зона II районирования по условиям движения примерно соответствует зоне IV дорожно-климатического районирования, а зона III соответствует зоне V.

4.5. Воздействие природных факторов на дорогу

Транспортные средства воздействуют на дорогу обычно одновременно с факторами, зависящими от природно-климатических условий (водой, температурой, ветром, солнечной радиацией).

Из всего разнообразия природно-климатических факторов наибольшее влияние на состояние дорог и на условия движения автомобилей оказывают грунтово-геологические и гидрологические условия, рельеф и ландшафт местности, а также погодно-климатические условия или факторы.

Из грунтово-геологических и гидрологических факторов выделяют тип и характеристики грунтов земляного полотна и подстилающих слоев, глубину промерзания, глубину и характер залегания грунтовых вод, условия стока поверхностных вод.

К погодно-климатическим факторам относятся: атмосферное давление, солнечная радиация, температура и влажность воздуха, осадки (дождь, снегопад, ветер, метель, гололед, туман), а также сочетание этих факторов. Воздействие погодно-климатических факторов формирует водно-тепловой режим земляного полотна (ВТР), под которым понимают закономерные сезонные изменения в полотне и слоях одежд влажности и температуры.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В дорожной конструкции (дорожная одежда + земляное полотно) происходят сложные процессы: нагревание, охлаждение, промерзание, оттаивание, испарение, конденсация, сублимация, облимация. В результате в дорожной конструкции систематически происходят диффузионные процессы тепла и влаги, называемые тепломассопереносом или тепловлагообменом (ТВО), обусловливающие колебание влажности и температуры.

Изменение характеристик ВТР существенно влияет на прочность, долговечность полотна и дорог, приводит к снижению транспортно-эксплуатационных свойств дорог.

Степень действия среды на дорогу в конечном итоге определяется видом и мощностью источников увлажнения дорожной конструкции и интенсивностью температурных воздействий.

Дорожная одежда и земляное полотно (рис. 4.16) должны быть запроектированы таким образом, чтобы даже весной, т.е. в самый неблагоприятный для службы дорог период расчетного года, обеспечивалась требуемая по условиям движения прочность конструкции ($K_{пр}$ ³ 1,0) и наряду с этим она обладала необходимой морозоустойчивостью (наибольшее зимнее поднятие - пучение поверхности покрытия - примерно равно 40 мм).

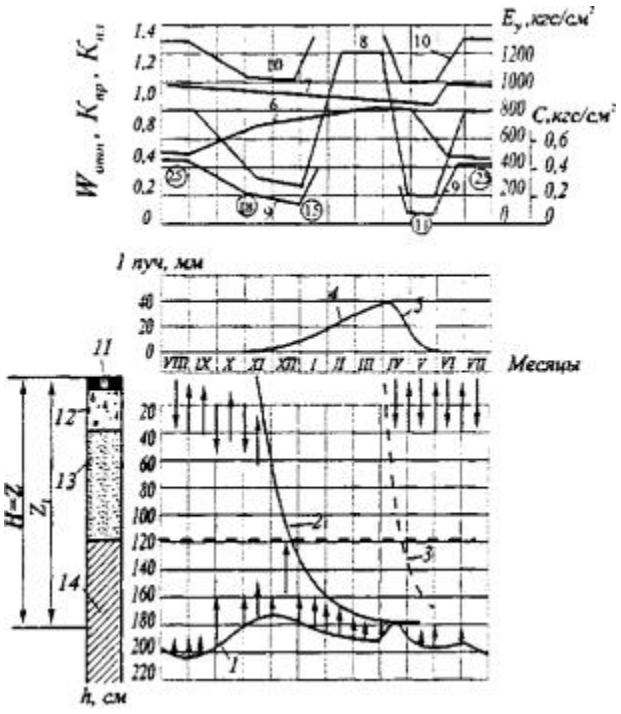


Рис. 4.16. Схема круглогодичного цикла водно-теплового режима и состояния конструкции дорожной одежды во II дорожно-климатической зоне:
1 - уровень подземных вод; 2 - ход промерзания конструкции; 3 - ход оттаивания

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

конструкции; 4 - зимнее пучение; 5 - осадка покрытия при оттаивании конструкции; 6 - изменение влажности W_{OTH} грунта земляного полотна (в долях W_T); 7 - то же, степени плотности $K_{пл}$; 8 - то же, модуля упругости E_y; 9 - то же, сцепления C; 10 - изменение коэффициента прочности дорожной одежды $K_{пр}$; 11 - асфальтобетон; 12 - щебень; 13 - песок средней крупности; 14 - легкий пылеватый суглинок (цифры в кружках обозначают величины угла внутреннего трения грунта в градусах)

Основные источники увлажнения дорожной конструкции (рис. 4.17): атмосферные осадки, просачивающиеся через трещины в покрытии, обочины (особенно в местах сопряжения с проезжей частью); вода, застаивающаяся на поверхности полотна, в боковых резервах и кюветах вследствие затрудненного поверхностного стока и увлажняющая грунт земляного полотна в процессе молекулярного и капиллярного передвижения; подземная вода, поднимающаяся по капиллярам, особенно при промерзании конструкции и близком к поверхности дороги залегании подземных вод; парообразная вода, перемещающаяся от теплых слоев к более холодным. Зимой при промерзании конструкции вода может передвигаться снизу вверх и концентрироваться у фронта промерзания, повышая влажность грунта.

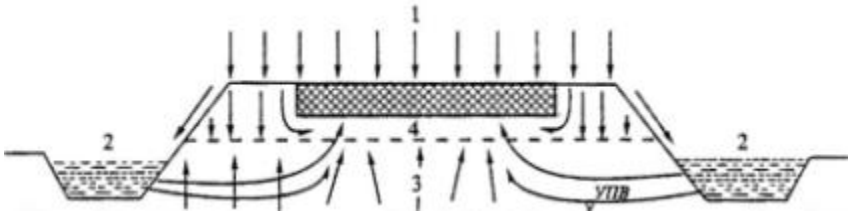


Рис. 4.17. Схема источников увлажнения дорожной конструкции:
1 - атмосферные осадки; 2 - вода в канавах; 3 - подземная вода; 4 - песчаное основание

Интенсивность температурных воздействий. Степень опасности водно-теплового режима по этому виду воздействий характеризуют продолжительностью морозного периода в днях T_x, равного периоду между датами перехода температуры воздуха через 0 осенью и весной; минимальной $t_{\min b}$ или средней

$\bar{t}_b$ температурой воздуха за холодный период; среднемаксимальной температурой воздуха $t_{\max b}$ в наиболее жаркие месяцы, а также комплексными температурными показателями морозным индексом $ST_x t_b$ в град-днях и размахом $R_t = t_{\max} - t_{\min}$. Чем выше значения морозного индекса (изменяются от 50 до 2000), размаха T_x, тем опаснее морозное воздействие среды на дорогу [13].

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Физическая теория тепловлагообмена в дорожных конструкциях. Воздействие факторов внешней среды на дорогу вызывает тепловлагообмен в полотне и слоях одежды. Этот процесс является сложным, взаимосвязанным. Изменение температуры вызывает миграцию (медленное движение) влаги. Влагонакопление и переход в иную форму влаги способствует теплообмену. Поэтому процесс тепло- и влагообмена необходимо рассматривать во взаимосвязи.

Установлено, что грунты и слои одежд воздухопроницаемы, поры в них между собой сообщаются. Следовательно, в земляном полотне и слоях одежды имеются условия для массообмена: воздухообмена и парообмена. Обмен возможен в случае, если влажность грунта меньше его полной влагоемкости, то есть $W > W_{ПВ}$. При полной влагоемкости все поры грунта заполнены жидкой фазой и воздухо- и парообмен прекращается.

В водоненасыщенных грунтах влага содержится в двухфазном состоянии: $W_П$ - водяной пар всегда в насыщенном состоянии (d » 100 %, где d - относительная влажность внутрипорового воздуха) и W_x - жидкая фраза. Соотношение фаз постоянно изменяется и зависит от общей влажности грунта.

В мерзлых грунтах дополнительно возникает твердая фаза - лед, количество которой пропорционально величине

$\bar{t}_б$. При температуре грунта $t_г$ ниже 0 не вся жидкая фаза переходит в лед вследствие частичного засоления и действия молекулярных сил, исходящих от грунтовых частиц. Температура льдообразования $t_л$ в зависимости от минералогического состава грунта от -0,5°С для песков до -2,5°С для глин. Даже при очень низкой температуре грунта при $t_г$ от -20 до -50°С часть жидкой фазы не промерзает. Поэтому в течение всего морозного периода происходит диффузия водяного пара, миграция жидкой фазы и льдообразование. Жидкая фаза испаряется и замерзает, водяной пар конденсируется на жидкой или твердой фазе.

Теплообмен в дорожных конструкциях происходит за счет трех составляющих. Основная часть тепла передается от частицы к частицам за счет теплопроводности (кондукции). Вторая по удельному весу составляющая теплообмена - это тепло фазовых превращений при промерзании-оттаивании, конденсации-испарении, облимации-сублимации. Третья, конвективная составляющая теплообмена незначительная - 2-3 % и ею можно пренебречь.

Влагообмен протекает за счет наличия потенциалов концентрации жидкой фазы и тепла. Водяной пар диффундирует от мест с большим парциальным давлением P_1 в места с меньшим давлением P_2. Поскольку водяной пар находится в насыщенном

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

состоянии и $P = f(t_c)$, то он диффундирует от теплых мест к холодным. Это процесс термодиффузии.

Жидкая фаза мигрирует за счет наличия двух потенциалов - концентрации и температуры. За счет первого потенциала жидкая фаза мигрирует от мест с большой влажностью к местам с меньшей влажностью (концентрационная миграция). Этот потенциал является преобладающим в миграции жидкой фазы (95-98 %). За счет второго потенциала происходит термомиграция жидкой фазы в количестве 2-5 %.

Грунт обволакивает пленки жидкой фазы. Свободные поры заполняют насыщенный пар. Объяснение процесса миграции жидкой фазы в условиях двухфазовой миграции дает гидротермодинамическая гипотеза, в соответствии с которой давление Р в пленке воды, обусловливающее концентрационную миграцию влаги по обволакивающим пленкам, равно:

$$P = P_n - \frac{\sigma}{r},$$ где

(4.26)

P_n - парциальное давление водяного насыщенного пара в порах;

s - поверхностное натяжение водяной пленки, обволакивающей грунтовые частицы или агрегаты;

r - радиус кривизны пленки влаги в контакте с паровоздушной смесью.

Выражение (4.26) объясняет сущность тепломассообмена. Так, если соприкасаются две зоны грунта с одинаковой температурой, но разной влажностью: $W_1 > W_2$, то миграция будет происходить от мест с большей влажностью (W_1) в места с меньшей влажностью (W_2). Это можно объяснить следующим образом. С увеличением влажности W_1 толщина водной пленки увеличивается, при этом s_1 уменьшается, r_1 увеличивается, а давление пара P_{n1}, сжимаемого водной пленкой, возрастает. При этом P_1 увеличивается. Поскольку $P_1 > P_2$, влага мигрирует из зоны W_1 в зону W_2.

Если соприкасающиеся зоны грунта имеют разную температуру: $t_1 > t_2$, то в теплой зоне давление пара $P_{n1} > P_{n2}$, поверхностное натяжение а, будет меньшим вследствие меньшей вязкости и согласно выражению (4.26) $P_1 > P_2$, т.е. жидкая фаза и водяной пар будут мигрировать из теплой зоны t_1 в холодную t_2.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В результате ухудшения водно-теплового режима могут проявляться следующие негативные явления: избыточное влагонакопление в отдельных зонах полотна вследствие инфильфации воды через трещины в покрытии, через обочины и откосы после дождей или поверхностного стока; увлажнение грунтового основания от горизонта близкого залегания грунтовых вод или от длительного застоя воды в боковых канавах, коллекторах, что наблюдается в районах болот, орошаемых районах; повышенное увлажнение грунта в верхней части земляного полотна к концу морозного (холодного) периода; образование пучин на участках интенсивного морозного влагонакопления; весеннее (или в период зимних оттепелей) разрушение дорожных одежд вследствие переувлажнения грунта и потери прочности; разрушение откосов, прежде всего высоких насыпей, от переувлажнения; разрушение высоких насыпей от скопившейся в теле воды.

При быстрых понижениях температур с переходом ниже 0 образуются температурные трещины в дорожной одежде. Интенсивный прогрев солнечными лучами в летний период приводит к повышению пластичности асфальтобетона, что способствует образованию сдвигов, волн и наплывав на покрытии.

4.6. Водно-тепловой режим земляного полотна в процессе эксплуатации дорог и его влияние на условия работы дорожных одежд

Закономерные изменения в течение года влажности и температуры в придорожном слое воздуха, в слоях дорожной одежды и грунте земляного полотна, обусловленные особенностями данной дорожно-климатической зоны и местных гидрогеологических условий, называют водно-тепловым режимом дорожной конструкции. Он существенно влияет на прочность и морозоустойчивость дорожной конструкции и в конечном итоге на степень ровности проезжей части.

Наиболее значительные сезонные изменения влажности и температуры происходят в земляном полотне.

Годовой цикл водно-теплового режима земляного полотна включает четыре характерных периода:

первоначальное накопление влаги осенью;

промерзание, перераспределение и накопление влаги в земляном полотне зимой;

оттаивание земляного полотна и переувлажнение грунта весной;

просыхание земляного полотна летом.

Осенью (сентябрь-ноябрь) под воздействием потока влаги от атмосферных осадков, проникающих в дорожную конструкцию, и вследствие подъема уровня

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

грунтовых вод грунт увлажняется и перед началом промерзания во II дорожно-климатической зоне осенняя влажность его достигает 0,7W_T (W_T - влажность на пределе текучести грунта). Увеличение влажности сопровождается разуплотнением грунта. Зимой в процессе промерзания земляного полотна, вызывающего приток влаги от уровня грунтовых вод к фронту промерзания, происходит дальнейшее увлажнение и разуплотнение грунта. Прочностные характеристики дорожной конструкции достаточно велики, так как грунт и слои дорожной одежды находятся в мерзлом состоянии. Весной в начале оттаивания земляного полотна грунт наиболее увлажнен и разуплотнен (W @ (0,85-1,00)W_T; $K_{упл}$ = 0,85). Этот период принимают за расчетный в работе дорожной одежды.

Инсоляция и нагрев поверхности дороги весной создают поток тепла, проникающий в дорожную конструкцию, который приводит к постепенному просыханию самых верхних слоев земляного полотна. Однако до полного оттаивания влажность талого грунта резко возрастает, плотность его уменьшается, снижаются деформационные (модуль упругости) и прочностные характеристики (угол внутреннего трения и сцепление). Наименьшие значения деформационных и прочностных характеристик наблюдаются в апреле-мае, когда дорожная конструкция обладает наименьшей прочностью.

Летом (июль-август) земляное полотно интенсивно просыхает. Влажность грунта уменьшается примерно до 0,5W_T; летом грунт находится в наиболее уплотненном состоянии и обладает наибольшей прочностью.

В неблагоприятный для службы дорог расчетный период наибольшего ослабления дорожной конструкции ее прочность должна соответствовать требованиям автомобильного движения, кроме того, дорожная конструкция должна обладать необходимой морозоустойчивостью.

Фактическую влажность грунта земляного полотна эксплуатируемых дорог можно получить в результате непосредственных наблюдений за водно-тепловым режимом земляного полотна. Однако далеко не всегда эта влажность будет соответствовать расчетной. Ввиду временной (по сезонам и годам) изменчивости влажности грунта земляного полотна и необходимости оценивать прочность дорожной конструкции с заданным уровнем надежности расчетную влажность грунта устанавливают вероятностным методом. Под расчетной влажностью грунта W_p в этом случае подразумевают максимальное значение средней влажности грунта в пределах активной зоны земляного полотна, наблюдающееся в наиболее неблагоприятный период (время, в течение которого грунт активной зоны наиболее увлажнен) хотя бы в одном году за срок между капитальными ремонтами дорожной одежды.

Таблица 4.14

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Дорожно-климатические зоны	Дорожно-климатические подзоны	Схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна	Среднее значение влажности $W_{маб}$ грунта, доли от W_T			
			супесь легкая	песок пылеватый	суглинок легкий	супесь пылеватая и суглинок пылеватый
I	I_1	1	0,53	0,57	0,62	0,65
		2	0,55	0,59	0,65	0,67
		3	0,57	0,62	0,67	0,70
	I_2	1	0,57	0,57	0,62	0,65
		2	0,59	0,62	0,67	0,70
		3	0,62	0,65	0,70	0,75
	I_3	1	0,60	0,62	0,65	0,70
		2	0,62	0,65	0,70	0,75
		3	0,65	0,70	0,75	0,80
	II_1	1	0,60	0,62	0,65	0,70
		2	0,63	0,65	0,68	0,73
		3	0,65	0,67	0,70	0,75

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

II	II_2	1	0,57	0,59	0,62	0,7
		2	0,60	0,62	0,65	0,70
		3	0,62	0,64	0,67	0,72
	II_3	1	0,63	0,65	0,68	0,73
		2	0,66	0,68	0,71	0,76
		3	0,68	0,70	0,73	0,78
	II_4	1	0,60	0,62	0,65	0,70
		2	0,63	0,65	0,68	0,73
		3	0,65	0,67	0,70	0,75
	II_5	1	0,65	0,67	0,70	0,75
		2	0,68	0,70	0,73	0,78
		3	0,70	0,72	0,75	0,80
	II_6	1	0,62	0,64	0,67	0,72
		2	0,65	0,67	0,70	0,75
		3	0,67	0,69	0,72	0,77

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

III	III_1	1	0,55	0,57	0,60	0,63
		2-3	0,59	0,61	0,63	0,67
	III_2	1	0,58	0,60	0,63	0,66
		2-3	0,62	0,64	0,66	0,70
	III_3	1	0,55	0,57	0,60	0,63
		2-3	0,59	0,61	0,63	0,67
IV		1	0,53	0,55	0,57	0,60
		2-3	0,57	0,58	0,60	0,64
V		1	0,52	0,53	0,54	0,57
		2-3	0.55	0,56	0,57	0,60

Примечание. Табличными значениями

$\overline{W}_{max}$ можно пользоваться только при обеспечении возвышения земляного полотна в соответствии со СНиП. На участках, где возвышение не обеспечивается (например, в нулевых местах и в выемках с близким залеганием грунтовых вод), величина

$\overline{W}_{max}$ назначается индивидуально по данным прогнозов, но она должна быть не менее чем на 0,03 выше табличных значений.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Активной зоной считают верхнюю часть земляного полотна от низа дорожной одежды до глубины 1,3-1,6 м от поверхности покрытия. В этой зоне распространяются значительные напряжения от временных нагрузок, а водно-тепловой режим и состояние грунта наиболее зависимы от погодно-климатических условий.

В соответствии с МОДН 2-2001 «Проектирование нежестких дорожных одежд» расчетную влажность дисперсного грунта W_p (в долях от влажности на границе текучести W_m) при суммарной толщине слоев дорожной одежды $Z_1$³ 0,75 м определяют по формуле:

$$W_p = \left(\overline{W}_{маб} + \Delta_1\overline{W} - \Delta_2\overline{W}\right)\left(1+0{,}1t\right) - \Delta_3, \text{ где}$$

(4.27)

$\overline{W}_{маб}$ - среднее многолетнее значение относительной (в долях от границы текучести) влажности грунта, наблюдавшееся в наиболее неблагоприятный (весенний) период года в рабочем слое земляного полотна, отвечающего нормам СНиП по возвышению над источниками увлажнения, на дорогах с усовершенствованными покрытиями и традиционными основаниями дорожных одежд (щебень, гравий и т.п.), и при суммарной толщине одежды до 0,75 м, определяемое по табл. 4.14 в зависимости от дорожно-климатической зоны и подзоны, схемы увлажнения земляного полотна и типа грунта. Границы дорожно-климатических зон и подзон приведены в табл. 4.15;

Таблица 4.15

Дорожно-климатические зоны и подзоны

Дорожно-климатическая зона и подзона	Примерные географические границы

I	Севернее линии, соединяющей: Нивский - Сосновку - Новый Бор - Щельябож - Сыню - Суеватпуль - Белоярский - Ларьяк - Усть-Озерное - Ярцево - Канск - Выезжий Лог - Усть - Золотую - Сарыч - Сеп - Новоселове - Иню - Артыбаш - государственную границу - Симонове - Биробиджан - Болонь - Многовершинный. Включает географические зоны тундры, лесотундры и северовосточную часть лесной зоны с распространением вечномерзлых грунтов
I_1	Расположена севернее линии: Нарьян-Мар - Салехард -Курейка - Трубка Удачная - Верхоянск - Дружина - Горный Мыс - Марково
I_2	Расположена восточнее линии: устье р. Нижней Тунгуски - Ербогачен, Ленек - Бодайбо - Богдарин и севернее линии: Могоча - Сковородино - Зея - Охотск - Палатка - Слаутсткое. Ограничена с севера I_1 подзоной
II	От границы I зоны до линии, соединяющей: Львов - Житомир - Тулу - Н.Новгород - Ижевск - Томск - Канск. На Дальнем Востоке от границы I зоны до государственной границы. Включает географическую зону лесов с избыточным увлажнением грунтов
II_1	С севера и востока ограничена I зоной, с запада - подзоной II_3, с юга - линией Рославль - Клин - Рыбинск - Березники - Ивдель
II_2	Ограничена с севера подзоной II_1, с запада - подзоной II_4, с юга - III зоной, с востока и южной границей I зоны
II_3	С севера ограничена государственной границей, с запада - границей с подзоной II_5, с юга - линией Рославль - Клин - Рыбинск, с востока - линией Псков - Смоленск - Орел
II_4	Ограничена с севера подзоной II_3, с запада - подзоной II_6, с юга - границей с III зоной, с востока - линией Смоленск - Орел - Воронеж
II_5	С севера и запада ограничена государственной границей, с востока - линией Минск - Бобруйск - Гомель, с юга - линией Барановичи - Рославль - Клин - Рыбинск

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

II_6	С севера ограничена подзоной II_5, с запада - государственной границей, с юга - границей с III зоной, с востока - линией Минск - Бобруйск - Гомель
III	От южной границы II зоны до линии, соединяющей: Кишинев - Кировоград - Белгород - Самару - Магнитогорск - Омск - Бийск - Туран. Включает лесостепную географическую зону со значительным увлажнением грунтов в отдельные годы
III_1	Ограничена с севера зоной II, с запада - подзоной III_2, с юга - IV зоной, с востока - I зоной
III_2	Ограничена с севера зоной II, с запада - подзоной III_3, с юга - зоной IV, с востока - линией Смоленск - Орел - Воронеж
III_3	Ограничена с севера зоной II, с запада - государственной границей, с юга - зоной IV, с востока - линией Бобруйск - Гомель - Харьков
IV	Расположена от границы III зоны до линии, соединяющей: Джульфу - Степанакерт - Кизляр - Волгоград и далее проходит южнее на 200 км линии, соединяющей: Уральск - Актюбинск - Караганду. Включает географическую степную зону с недостаточным увлажнением грунтов.
V	Расположена к юго-западу и югу от границы IV зоны и включает пустынную и пустынно-степную географические зоны с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов

$\Delta_1\overline{W}$ - поправка на особенности рельефа территории, устанавливаемая по табл. 4.16;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$\Delta_2\overline{W}$ - поправка на конструктивные особенности проезжей части и обочин, устанавливаемая по табл. 4.17;

Таблица 4.16

№ п/п	Тип местности по рельефу	Поправка $\Delta_1\overline{W}$
1	Равнинные районы	0,00
2	Предгорные районы (до 1000 м в.у.м.)	0,03
3	Горные районы (более 1000 м в.у.м.)	0,05

Таблица 4.17

№ п/п	Конструктивная особенность	Поправка $\Delta_2\overline{W}$ в дорожно-климатических зонах			
		II	III	IV	V

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1	Наличие основания дорожной одежды, включая слои на границе раздела с земляным полотном, из укрепленных материалов и грунтов:				
	крупнообломочного грунта и песка	0,04	0,04	0,03	0,03
	супеси	0,05	0,05	0,05	0,04
	пылеватых песков и супесей, суглинка, зологрунта	0,08	0,08	0,06	0,05
2	Укрепление обочин (не менее 2/3 их ширины):				
	асфальтобетоном	0,05	0,04	0,03	0,02
	щебнем (гравием)	0,02	0,02	0,02	0,02
3	Дренаж с продольными трубчатыми дренами	0,05	0,03	-	-
4	Устройство гидроизолирующих прослоек из полимерных материалов	0,05	0,05	0,03	0,03
5	Устройство теплоизолирующего слоя, предотвращающего промерзание	Снижение расчетной влажности до величин полной влагоемкости при требуемом $K_{упл}$ грунта			
6	Грунт в активной зоне земляного полотна в «обойме»	Снижение расчетной влажности до оптимальной			
7	Грунт, уплотненный до $K_{упл}$ = 1,03-1,05 в слое 0,3-0,5 м от низа дорожной одежды, расположенном ниже границы промерзания	-	0,03-0,05	0,03-0,05	0,03-0,05

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Примечание. Поправки

$\Delta_2\overline{W}$ при мероприятиях по п.п. 1 и 2 следует принимать только при 1-й схеме увлажнения рабочего слоя, а по п. 5 - при 2-й и 3-й схемах.

Таблица 4.18

Коэффициент нормированного отклонения

$K_н$	0,85	0,90	0,95	0,98
t	1,06	1,32	1,71	2,19

$K_н$ - заданный (требуемый) уровень надежности (вероятность)

t - коэффициент нормированного отклонения, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности по табл. 4.18;

D3 - поправка на влияние суммарной толщины стабильных слоев дорожной одежды, устанавливаемая по графику рис. 4.18.

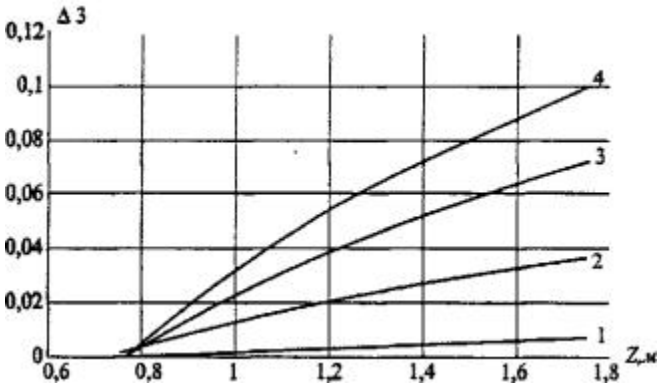


Рис. 4.18. Графики для определения поправки на влияние суммарной толщины стабильных слоев одежды:
1 - для исходной* относительной влажности 0,75W_m; 2 - то же, для 0,80W_m; 3 - то же, для 0,85W_m; 4 - то же, для 0,90W_m;
* Исходная влажность определяется первым слагаемым в выражении (4.27).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

От расчетной влажности земляного полотна существенно зависят деформативные и прочностные характеристики подстилающего дорожную одежду грунта, а также прочность, ровность и долговечность всей конструкцию.

Рекомендуемые нормативные значения механических характеристик грунтов и песчаных конструктивных слоев дорожной одежды приведены в табл. 4.19-4.21.

Таблица 4.19

Нормативные значения сдвиговых характеристик глинистых грунтов в зависимости от расчетной влажности числа приложений расчетной нагрузки

Расчетная относительная влажность	Сцепление C, МПа, при суммарном числе приложений нагрузки (SN_p)					Угол внутреннего трения j, град., при суммарном числе приложений нагрузки (SN_p)				
	1	10^3	10^4	10^5	10^6	1	10^3	10^4	10^5	10^6
Суглинки и глины										
0,60	0,030	0,030	0,016	0,014	0,012	24	20	14,5	11	9
0,65	0,024	0,019	0,013	0,011	0,009	21	15	11	8	7
0,70	0,019	0,013	0,009	0,007	0,006	18	11,5	8,5	6,5	5,5
0,75	0,015	0,009	0,006	0,005	0,004	15	10	7,5	5	4
0,80	0,011	0,007	0,005	0,003	0,002	13	8	5	3	2,5
0,90	0,008	0,04	0,004	0,002	0,001	11,5	6,5	3,5	2,2	2
Супеси										

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

0,6	0,014	0,012	0,008	0,006	0,005	36	24	18	14	12
0,65	0,013	0,010	0,008	0,006	0,004	36	23,5	17	14	12
0,70	0,012	0,009	0,006	0,005	0,004	35	23,5	17	14	12
0,75	0,011	0,008	0,005	0,004	0,003	35	23	17	14	12
0,80	0,010	0,007	0,005	0,004	0,003	34	23	17	14	12
0,85	0,009	0,007	0,004	0,003	0,003	34	22	15	12	10
0,90	0,008	0,004	0,003	0,003	0,003	33	21	12,5	10	8

Примечание. Значение сдвиговых характеристик при $SN_p = 1$ используются при расчете на статическое действие нагрузки. При $SN_p > 10$ расчетные значения j и C следует принимать по графе «10^6».

Таблица 4.20

Нормативные значения модулей упругости грунтов

Грунт	Модуль упругости, при относительной влажности W/W_T, МПа									
	0,5	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
Пески:										
крупные	130									
средней крупности	120									

мелкие	100									
однородные	75									
пылеватые	96	90	84	78	72	60	60 54		48	43
Супеси:										
легкая	70	60	56	53	49	45	43	42	41	40
пылеватая, тяжелая пылеватая	108	90	72	54	46	38	32	27	26	25
легкая крупная	65									
Суглинки:										
легкий, тяжелый.	108	90	72	50	41	34	29	25	24	23
легкий пылеватый.	-									
тяжелый пылеватый	108	90	72	54	46	38	32	27	26	25
Глины	108	90	72	50	41	34	29	25	24	23

П р и м е ч а н и е. Классификация песков дана по ГОСТ 25100-95. Однородные выделяются по указаниям СНиП «Автомобильные дороги».

Таблица 4.21

Расчетные значения угла внутреннего трения и сцепления песчаных грунтов и песков конструктивных слоев в зависимости от расчетного числа приложения расчетной нагрузки SN_p

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

№ п/п	Тип грунта	Сцепление, МПа и угол внутреннего трения при суммарном числе приложений нагрузки (SN_p)				
		1	10^3	10^4	10^5	10^6
1	Песок крупный с содержанием пылевато-глинистой фракции:					
	0	25 0,004	33 0,003	22 0,003	21 0,003	22 0,003
	5 %	24 0,005	31 0,004	36 0,004	22 0,003	28 0,003
2	Песок средней крупности с содержанием пылевато-глинистой фракции:					
	0	32 0,004	30 0,004	30 0,603	28 0,003	22 0,002
	5 %	33 0,005	30 0,004	22 0,003	28 0,003	26 0,002

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

3	Песок мелкий с содержанием пылевато-глинистой фракции:					
	0	31 0,003	28 0,003	22 0,002	26 0,002	25 0,002
	5 %	21 0,005	22 0,004	26 0,004	25 0,004	24 0,003
	8 %	31 0,006	22 0,005	26 0,004	25 0,003	22 0,002

П р и м е ч а н и я: 1. Значения характеристик даны для условий полного заполнения пор водой. 2. В числителе - угол внутреннего трения в градусах, в знаменателе - сцепление в МПа. 3. При $SN_p > A \times 10^6$ расчетные значения j и C следует принимать по графе «10^6».

4.7. Пучины на автомобильных дорогах и причины их образования.

При сезонном промерзании и оттаивании на дорожной одежде при определенных условиях могут наблюдаться пучины, которые представляют собой деформации и разрушения в виде бугров и сетки трещин. Они возникают в результате пучения (пучинообразования), неоднородных по площади проезжей части взбугриваний дорожной одежды, образующихся при одновременном сочетании следующих трех факторов:

интенсивного морозного влагонакопления, при котором максимальная относительная влажность грунта в верхней части земляного полотна $W_{max} \geq 0{,}75 W_T$;

промерзания грунта под дорожной одеждой на глубину $h_{пр} > 0{,}5$ м;

наличием мелких пылеватых песков и супесей, пылеватых суглинков и других пучинистых грунтов.

Размер деформации пучения зависит главным образом от влажности грунта, глубины промерзания, продолжительности холодного периода, скорости промерзания грунта, прочности дорожной одежды. Неравномерное морозное

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

пучение может достигать 80-100 мм, что существенно снижает скорость движения автомобилей.

Физическая сущность пучинообразования состоит в накоплении, перераспределении, замерзании и оттаивании воды в порах грунта вследствие сезонных изменений водно-теплового режима земляного полотна и дорожной одежды. В дисперсных грунтах, представляющих собой капиллярно-пористые тела, происходит непрерывный тепломассообмен. С понижением температуры свободно связанная вода замерзает при 0, пленочная и рыхлосвязанная - при -3°С, прочно связанная и в капиллярах вода замерзает при более низкой температуре (-10...-30°С). При промерзании грунта возникает температурный градиент. Незамерзшая часть жидкой фазы перемещается из теплых слоев грунта к холодным, то есть снизу вверх. Процесс миграции воды протекает в зоне изотерм 0...-5°С. При наличии температурного градиента происходит термодиффузия пара от теплых слоев грунта к холодным. Водяной пар, охлаждаясь, конденсируется, увеличивая толщину пленки воды на частицах грунта и на кристаллах льда, и замерзает. Дальнейшее влагонакопление и льдообразование происходит за счет термодиффузии водяного пара. В зоне льдообразования вначале возникают кристаллы, а затем линзы льда.

Льдообразование сопровождается увеличением объема на 9 % и значительным давлением в земляном полотне, что и вызывает поднятие в том числе неравномерное дорожной одежды. В этом и заключается процесс пучинообразования. Весной грунт оттаивает в первую очередь под дорожной одеждой. В этот момент лед переходит в жидкую фазу, которая под действием собственного веса мигрирует вниз и задерживается на мерзлом практически водонепроницаемом грунте. Над мерзлой поверхностью (донником) грунт переувлажняется. Дорожная одежда теряет прочность и под действием нагрузок от транспорта разрушается, ее материал перемешивается с разжиженным грунтом, возникают пучины.

В районах сезонного промерзания грунтов земляного полотна при неблагоприятных грунтовых и гидрологических условиях наряду с требуемой прочностью и устойчивостью должна быть обеспечена достаточная морозоустойчивость дорожных одежд.

С этой целью применяют различные специальные мероприятия:

использование непучинистых или слабопучинистых грунтов (табл. 4.22, 4.23) для сооружения верхней части земляного полотна, находящегося в зоне промерзания;

осушение рабочего слоя земляного полотна, в том числе дренажа для увеличения расстояния от низа дорожной одежды до уровня подземных вод; устройство гидроизолирующих или капилляропрерывающих прослоек для

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

перехода от 2-й или 3-й схемы увлажнения рабочего слоя земляного полотна к 1-й схеме;

Таблица 4.22

Классификация грунтов по степени пучинистости при замерзании (СНиП 2.05.02-85, прил. 2 табл. 6)

Группы грунтов по пучинистости	Степень пучинистости	Относительное морозное пучение
I	Непучинистый	1 и менее
II	Слабопучинистый	Свыше 1 до 4
III	Пучинистый	Свыше 4 до 7
IV	Сильнопучинистый	Свыше 7 до 10
V	Чрезмернопучинистыи	Свыше 10

Таблица 4.23

Группы грунтов по степени пучинистости (СНиП 2.05.02-85, прил. 2 табл. 7)

Грунт	Группа
Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 до 2 %	I
Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 до 15 %, мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 до 15 %, супесь легкая крупная	II
Супесь легкая: суглинок легкий и тяжелый, глины	III

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Песок пылеватый; супесь пылеватая; суглинок тяжелый пылеватый	IV
Супесь тяжелая пылеватая: суглинок легкий пылеватый	V

устройство морозозащитного слоя из непучинистых минеральных материалов, в том числе укрепленных малыми дозами минеральных или органических вяжущих;

устройство теплоизолирующих слоев, снижающих глубину или полностью исключающих промерзание грунта под дорожной одеждой;

устройство основания дорожной одежды из монолитных материалов (типа тощего бетона или других зернистых материалов, обработанных минеральным или органическим вяжущим).

Конструкцию считают морозоустойчивой, если соблюдено условие

$l_{пуч} \leq l_{доп}$, где
(4.28)

$l_{пуч}$ - расчетное (ожидаемое) пучение грунта земляного полотна;

$l_{доп}$- допускаемое для данной конструкции пучение грунта (табл. 4.24).

Таблица 4.24

Тип дорожных одежд	Вид покрытия	Допустимая величина морозного пучения $l_{доп}$, см
Капитальные	Асфальтобетонное	4
Облегченные	Асфальтобетонное	6
Переходные	Переходное	10

Примечание. В восточных районах II-III дорожно-климатических зон значения $l_{доп}$ следует увеличивать на 20-40 % (большие значения для облегченных и переходных дорожных одежд).

Расчет на морозоустойчивость необходимо выполнять для характерных участков или групп характерных участков дороги, сходных по грунтово-гидрологическим

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

условиям, имеющим одну и ту же конструкцию дорожной одежды и схему увлажнения рабочего слоя земляного полотна.

При предварительной проверке на морозоустойчивость величину возможного морозного пучения следует определять по формуле:

$$l_{пуч} = l_{пуч.ср} \times K_{угв} \times K_{пл} \times K_{гр} \times K_{нагр} \times K_{вл}, \text{ где} \qquad (4.29)$$

$l_{пуч.ср}$ - величина морозного пучения при осредненных условиях, определяемая по рис. 4.19 в зависимости от толщины дорожной одежды (включая дополнительные слои основания), группы грунта по степени пучинистости (табл. 4.23) и глубины промерзания ($Z_{пр}$);

$K_{угв}$ - коэффициент, учитывающий влияние расчетной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод (рис. 4.20); при отсутствии влияния грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод следует принимать: для супеси тяжелой и пылеватой и суглинка $K_{угв}$ = 0,53; для песка и супеси легкой и крупной $K_{угв}$ = 0,43;

$K_{пл}$ - коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя (табл. 4.25);

$K_{гр}$ - коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта основания насыпи или выемки (табл. 4.26);

$K_{нагр}$ - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое и зависящий от глубины промерзания (рис. 4.21);

$K_{вл}$ - коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта (табл. 4.27).

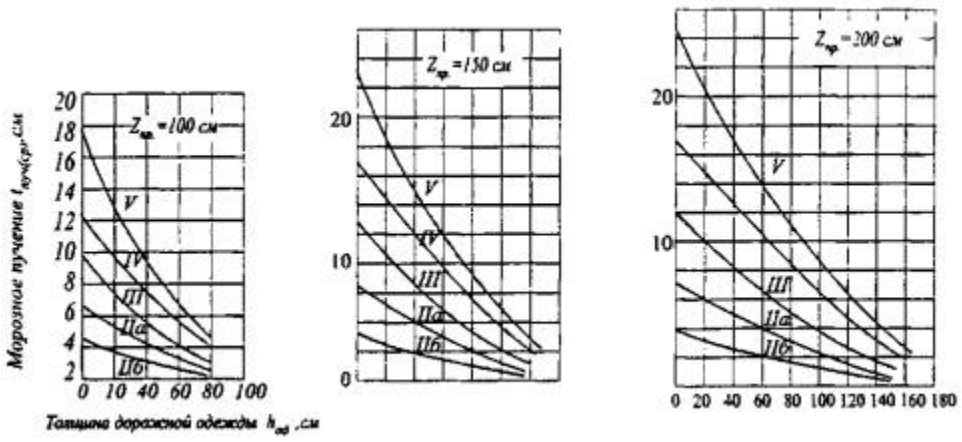


Рис. 4.19. Графики для определения осредненной величины морозного пучения $l_{пуч.ср}$:
кривые II-V выбирают в соответствии с табл. 4.23, кривую IIа выбирают при 2-й и 3-й схеме увлажнения рабочего слоя, кривую IIб - при 1-й схеме увлажнения

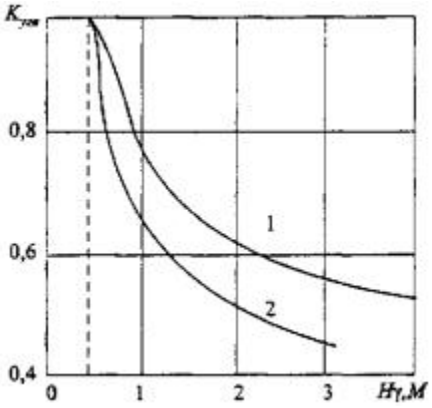


Рис. 4.20. Зависимость коэффициента $К_{угв}$ от расстояния от низа дорожной одежды до расчетного УГВ или УПВ:
1 - супесь тяжелая и тяжелая пылеватая, суглинок; 2 - песок, супесь легкая и легкая крупная

Таблица 4.25

Коэффициент уплотнения, $К_{упл}$	$К_{пл}$	
	Песок пылеватый, супесь легкая и пылеватая, суглинки, глины	Пески кроме пылеватых, супесь легкая крупная
1,03-1,00	0,8	1,0
1,01-0,98	1,0	1,0
0,97-0,95	1,2	1.1
0,94-0,90	1,3	1,2
Менее 0,90	1,5	1,3

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Таблица 4.26

Грунт	$K_{гр}$
Пески	1,0
Супеси	1,1
Суглинки	1,3
Глины	1,5

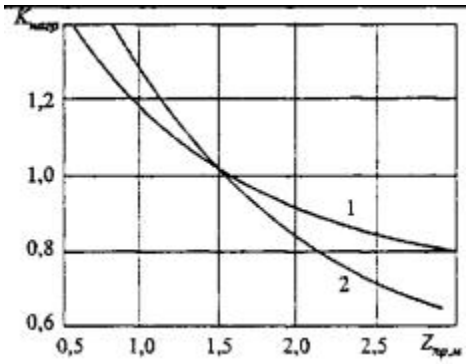


Рис. 4.21. Зависимость коэффициента $K_{нагр}$ от глубины промерзания $Z_{пр}$ от поверхности покрытия:
1 - супесь тяжелая и пылеватая, суглинок; 2 - песок, супесь легкая, крупная

Таблица 4.27

Относительная влажность W/W_T	0,6	0,7	0,8	0,9
$K_{пл}$	1.0	1.1	1.2	1,3

Если данные натурных наблюдений отсутствуют, глубину промерзания дорожной конструкции допускается определять по формуле

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$Z_{np} = Z_{np(cp)} \times 1{,}38$, где (4.30)

$Z_{np(cp)}$ - средняя глубина промерзания для данного района, устанавливаемая при помощи карт изолиний (рис. 4.22).



Рис. 4.22. Карта изолиний глубины промерзания $Z_{np(cp)}$ грунтов на территории СНГ:
1 - граница сплошного распространения вечномерзлых грунтов; 2 - то же, островного; 3 - границы стран СНГ

При глубине промерзания дорожной конструкции Z_{np} до 2 м $l_{пуч.ср}$ устанавливают по графикам рис. 4.19. При Z_{np} от 2,0 до 3,0 м $l_{пуч.ср}$ вычисляют по формуле:

$l_{пуч.ср} = l_{пуч.ср2,0} \times [a + b \times (Z_{np} - c)]$,
где (4.31)

$l_{пуч.ср2,0}$ - величина морозного пучения при Z_{np} = 2,0 м;

a = 1,0; b = 0,16; c = 2,0 при $2{,}0 < Z_{np} < 2{,}5$;

a = 1,08; b = 0,08; c = 2,5 при $2{,}5 < Z_{np} < 3{,}0$.

Если при расчетном сроке службы до 10 лет полученная величина возможного пучения будет превышать требуемую (см. табл. 4.24), а при сроке службы более 10 лет будет превышать 80 % от требуемой, необходимо рассмотреть вариант

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

устройства морозозащитного слоя. В этом случае предварительно определяют ориентировочно требуемую толщину морозоустойчивой конструкции дорожной одежды, используя графики рис. 4.19. Для этого, зная допустимую величину морозного пучения $l_{доп}$, рассчитывают среднюю величину морозного пучения $l_{пуч.ср}$ формуле:

$$l_{пуч.ср} = l_{доп} / K_{угв} \times K_{пл} \times K_{гр} \times K_{нагр} \times K_{вл}. \quad (4.32)$$

Затем по графику рис. 4.19 в соответствии с группой грунта по степени пучинистости определяют $h_{од}$. Уточненный расчет толщины морозозащитного слоя ($h_{МЗ}$) выполняют по термическому сопротивлению конструкций. Для этого необходимо иметь следующие исходные данные:

географическое местоположение рассматриваемого участка дороги;

конструкцию дорожной одежды (наименование и толщина слоев), необходимую по условиям прочности и дренирования;

схему увлажнения рабочего слоя земляного полотна (1, или 3) и расчетную глубину залегания подземных вод от поверхности покрытия;

наименование грунтов земляного полотна;

расчетный срок службы дорожной одежды.

Основные направления и меры борьбы с пучинами состоят в том, чтобы максимально ускорить оттаивание и просыхание в первую очередь боковых частей земляного полотна, предохранить покрытие от разрушения, а там, где этих мер недостаточно, перестроить пучинистые участки с использованием прослоек из рулонных геосинтетических материалов.

Одной из важных мер, предотвращающих пучины или ослабляющих их воздействие на дорогу, является прокопка осушительных воронок с помощью машины с рабочим органом роторного типа, смонтированной на колесном тракторе. Воронки роют с обеих сторон в шахматном порядке на расстоянии 3-4 м одна от другой. Они имеют ширину 0,2-0,3 м, а глубина равна толщине дорожной одежды, включая песчаный подстилающий слой. Дну их придается продольный уклон 40-50 %. Воронки способствуют быстрейшему оттаиванию земляного полотна и отводу образующейся воды.

Для предохранения покрытия от разрушения на пучинистом участке устраивают дополнительный слой («подушку») из котельного шлака, несмерзшегося сухого песка или гравийно-песчаной смеси толщиной 10-15 см. На «подушку» укладывают деревянные щиты или временное колейное покрытие. На отдельных

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

участках, где дорожная одежда обладает малой прочностью, движение переносят на объезд или ограничивают скорость движения и грузоподъемность автомобилей. Борьбу с пучинами прекращают, когда грунт земляного полотна полностью оттает и просохнет.

ГЛАВА 5. Процесс развития и причины возникновения деформаций и разрушений автомобильных дорог

5.1. Общие закономерности изменений состояния дорог в процессе эксплуатации и их основные причины

Под совместным воздействием многократно повторяющихся нагрузок от автомобилей и природных факторов в земляном полотне и в дорожной одежде возникают напряжения и деформации, которые, постепенно накапливаясь, могут привести к их разрушению. При деформациях и разрушениях земляного полотна неизбежно деформируется и разрушается дорожная одежда. Под **деформацией** понимают изменение размеров или формы тела без уменьшения его массы и без потери сплошности. **Разрушение** - это изменение размеров и формы тела с изменением (уменьшением) массы тела или потерей сплошности. В практической деятельности все виды деформаций и разрушений часто относят к дефектам состояния дороги, которые включают в себя также отступления от проектных решений или нормативных требований по геометрическим параметрам, инженерному оборудованию и обустройству дорог, организации и безопасности движения, эксплуатационному состоянию дорог и др.

Причиной возникающих деформаций могут быть проектные ошибки и строительные недостатки, недостатки в содержании и ремонте, условия эксплуатации дорог, природно-климатические факторы. Чаще всего причиной возникновения деформаций является сочетание нескольких из перечисленных факторов, действующих одновременно. На правильно спроектированной, построенной и эксплуатируемой дороге в пределах межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий не должно быть разрушений (кроме износа покрытий), но могут быть деформации в допустимых пределах.

Основные факторы, являющиеся причинами образования и накопления деформаций и появления разрушений конструктивных элементов автомобильных дорог в процессе эксплуатации, по отношению к условиям работы этих элементов можно разделить на внешние, не зависящие от дороги, и внутренние, непосредственно зависящие от дороги.

Главными из них являются **внешние факторы**, к которым относится воздействие автомобильной нагрузки и природно-климатических условий.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Из внешних факторов наибольшее влияние на механизм образования деформаций и разрушения оказывают:

нагрузки на ось автомобиля и большое давление в автомобильных шинах;

количество повторных приложений тяжелой нагрузки при высокой интенсивности движения и короткие интервалы между этими приложениями, особенно при проходе многоосных автомобилей;

продолжительность приложения каждой нагрузки и суммарная продолжительность, которая зависит от скорости движения автомобилей на сложных участках дороги (кривые малого радиуса, крутые подъёмы, пересечения, сужения проезжей части и др.), а также при высокой плотности транспортных потоков, задержках и заторах;

температура воздуха и солнечная радиация, под воздействием которых повышается или понижается температура покрытия и изменяются физико-механические свойства асфальтобетона, битума и битумоминеральных смесей;

тип грунта земляного полотна и условия его увлажнения грунтовыми и поверхностными водами, поскольку при повышении влажности грунтов выше оптимального уровня значительно снижается вязкость и увеличивается пластичность грунтов, что способствует накоплению остаточных деформаций в земляном полотне и во всей дорожной одежде.

В летний период особенно заметно влияние внешних факторов на накопление остаточных деформаций в слоях дорожной одежды из асфальтобетона и битумоминеральных смесей, которое объясняется термопластическими и вязкоупругими свойствами этих материалов. При повышенной температуре асфальтобетона энергия сил взаимодействия Ван-дер-Ваальса между частицами битума ослабевает, вязкость уменьшается, модуль упругости снижается, а величина остаточных деформаций увеличивается. Этот эффект возрастает при плохом составе смеси, когда введено чрезмерное количество вяжущего, использован битум с недостаточной вязкостью, занижено содержание заполнителя по отношению к дозировке вяжущего, а также при недостаточном уплотнении смеси.

К внутренним факторам относятся физико-механические характеристики дорожной конструкции и материалов её слоев, включая слои дорожной одежды и грунты активной зоны земляного полотна, а также показатели напряжённо-деформированного состояния этих слоев и материалов под действием нагрузки от колес автомобилей и изменения водно-теплового режима.

К наиболее важным внутренним факторам можно отнести:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

недоуплотнение или неравномерное уплотнение в поперечном направлении слоев нежёстких дорожных одежд и земляного полотна;

неравномерный износ (истирание) покрытия под действием колёс автомобилей;

образование пластических деформаций в асфальтобетонных покрытиях и слоях из битумоминеральных смесей, особенно в периоды нагревания этих покрытий до высокой температуры, при которой значительно снижается вязкость битума, прочность на сдвиг и деформативные характеристики асфальтобетона и может произойти боковое выпирание материала слоя. В холодный период, наоборот, вязкость битума возрастает, увеличивается прочность и жесткость асфальтобетона, происходит образование температурных трещин;

появление структурных разрушений и накопление остаточных деформаций в покрытии и других слоях дорожной одежды, когда вертикальные или горизонтальные напряжения, возникающие от воздействия колёс тяжёлых автомобилей, превысят допустимые значения и начнётся нарушение сплошности или структуры материала одного или нескольких слоев;

накопление остаточных деформаций в грунте земляного полотна под действием нагрузки от тяжелых грузовых автомобилей, особенно в период наибольшего увлажнения грунта, когда их несущая способность снижается до минимальных значений.

Накопление деформаций в конструктивных элементах дороги в процессе эксплуатации происходит неравномерно. Можно условно выделить несколько характерных периодов изменения транспортно-эксплуатационного состояния дороги во времени (рис. 5.1.).

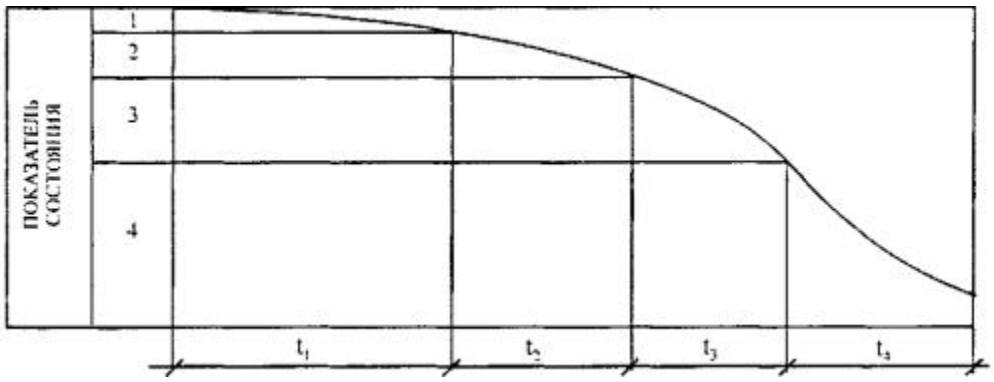


Рис. 5.1. Характерные периоды изменения состояния дороги:
1 - очень хорошее; 2 - хорошее; 3 - удовлетворительное; 4 - плохое, недопустимое;
t_1, t_2, t_3, t_4 - продолжительность различных периодов, лет

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Первый период после завершения строительства и ввода автомобильной дороги в эксплуатацию характерен очень высоким уровнем состояния дороги. В этот период происходит медленный, малозаметный износ покрытия. В результате действия движущихся автомобилей происходит доуплотнение слоев дорожной одежды и земляного полотна и формирование их устойчивой структуры. Отдельные деформации возникают главным образом вследствие дефектов строительства, ремонта или содержания. Для их устранения достаточно выполнять систематические работы по содержанию дороги. Задержка по срокам или неполное выполнение этих работ приводит к существенному сокращению продолжительности первого периода и наступления второго.

Второй период характерен достаточно хорошим уровнем состояния дороги. Однако заметно увеличивается износ покрытия, снижаются его сцепные качества и ровность, появляются трещины и выбоины. Степень и скорость развития этих деформаций зависят прежде всего от интенсивности и состава транспортного потока. Особенно большое разрушающее воздействие оказывают тяжёлые грузовые автомобили, автопоезда, сочленённые и многоосные транспортные средства.

Для устранения накопившихся деформаций и других дефектов необходимо своевременно выполнять работы по ремонту дороги с воспроизводством её первоначальных транспортно-эксплуатационных характеристик, при котором должно производиться возмещение износа покрытия, восстановление и улучшение его ровности и сцепных качеств, устранение всех деформаций и повреждений дорожного покрытия, земляного полотна.

Промедление с выполнением восстановительных работ приводит к значительному ускорению темпов нарастания деформаций.

Третий период характерен накоплением деформаций не только в покрытии, но и в других слоях дорожной одежды, а также в земляном полотне. Как правило, к этому периоду значительно возрастает интенсивность движения, в том числе и количество тяжёлых грузовых автомобилей. Начинает проявляться эффект старения и деградации структуры материалов слоев дорожной одежды; накапливаются усталостные явления. В результате увеличивается площадь деформаций дорожной одежды, появляются её разрушения.

Состояние дороги быстро переходит от удовлетворительного к плохому. Требуется немедленный капитальный ремонт с усилением дорожной одежды или реконструкция. Задержка с проведением этих работ приводит к быстрому разрушению дороги и многократному удорожанию работ по ее реабилитации в последующем.

Важно отметить, что продолжительность того или иного состояния дороги в значительной степени зависит от уровня эксплуатационного содержания и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

своевременности выполнения работ по предупреждению и устранению возникающих деформаций и разрушений.

5.2. Условия нагружения и основные причины возникновения деформаций земляного полотна

Статические и динамические вертикальные (нормальные) и касательные (тангенциальные) силы, передаваемые колёсами транспортных средств через дорожную одежду на земляное полотно, вызывают напряжения и деформации в его теле, вследствие чего земляное полотно изнашивается и разрушается.

Обычно при определении напряжений и деформаций в земляном полотне многослойные конструкции приводят к двухслойным моделям (рис. 5.2.).

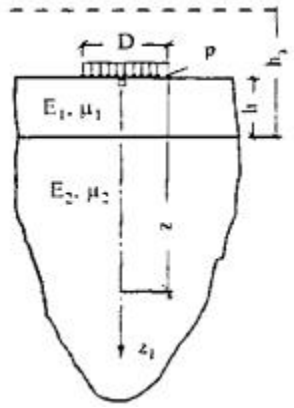


Рис. 5.2. Двухслойная модель дорожной конструкции

Вертикальные напряжения в земляном полотне по оси действующей нагрузки, равномерно распределенной на поверхности покрытия по площади круга диаметра *D* для конструкций, работающих в стадии обратимых (упругих) деформаций, могут быть определены по формуле проф. М.Б. Корсунского:

$$\sigma_{z(0)} = \frac{P}{1+1{,}85\left(\frac{z_1}{D}\right)^2};$$

(5.1)

а в расстоянии *r* от оси действующей нагрузки:

$$\sigma_{z(r)} = \frac{\sigma_{z(0)}}{1+1{,}25\left(\frac{2r}{D}arctg\frac{D}{z_э}\right)^2};$$

(5.2)

$$z_э = z - h + h_э = z + h\left(1{,}1\cdot\sqrt[3]{E_1/E_2} - 1\right);$$

(5.3)

$$h_э = 1{,}1\cdot h\cdot\sqrt[3]{E_1/E_2},$$ где

(5.4)

P - давление на покрытие, МПа;

z - фактическое расстояние по вертикали от поверхности покрытия до рассматриваемой точки в земляном полотне, а $z_э$ - расстояние до той же точки от поверхности дорожной одежды с эквивалентной толщиной $h_э$, см;

r - расстояние по горизонтали до этой точки от оси действующей нагрузки, см;

h - общая толщина одежды, см;

$h_э$ - толщина эквивалентной дорожной одежды, см.

Сопоставления вертикальных напряжений, измеренных в грунтах, подстилающих различные конструкции одежд, с напряжениями, вычисленными по теоретическим формулам, приведены на рис. 5.3 и 5.4.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

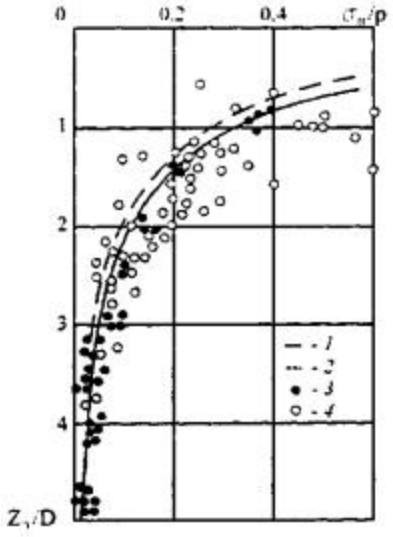


Рис. 5.3. Зависимость напряжения в подстилающем одежду грунте от относительной толщины эквивалентного слоя $Z_Э/D$:
1,3 - теоретическая кривая и данные опытов для конструкций, работающих в стадии обратимых деформаций; 2,4 - теоретическая кривая и данные опытов для конструкций, работающих в упруго-вязкопластической стадии деформирования

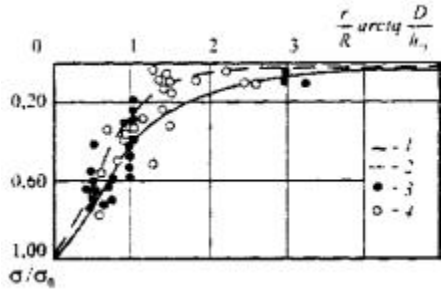


Рис. 5.4. Сопоставление измеренных напряжений с полученными расчётами:
1,3 - теоретическая кривая и данные опытов для конструкций, работающих в стадии обратимых деформаций; 2,4 - теоретическая кривая и данные опытов для конструкций, работающих в упруго-вязкопластической стадии деформирования

На рис. 5.5 приведены закономерности распределения по оси действующей нагрузки наибольших касательных напряжений в нижнем слое (подстилающем одежду грунте) двухслойной модели при вертикальном давлении на ее поверхность по круглой площадке.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru



Рис. 5.5. Распределение касательных напряжений *t* по глубине нижнего слоя в двухслойной модели при передачи нагрузки на покрытие через круглую площадку

При достижении недопустимых напряжений в грунте земляного полотна возникают существенные деформации в виде осадок, расползания насыпей, сползания откосов и т.д. Величина допустимых напряжений в грунте зависит от его физико-механических свойств, которые, в свою очередь, зависят от типа грунта, степени его уплотнения и влажности. Кроме того, под действием природно-климатических факторов могут возникать деформации и разрушения земляного полотна, которые в начальной стадии не оказывают влияния на состояние дорожной одежды. Это различные формы размывов земляного полотна, выдувание обочин и др. Однако эти деформации и повреждения должны быть немедленно устранены, поскольку при дальнейшем их развитии разрушение дороги примет общий характер.

Характерные деформации и повреждения земляного полотна и их основные причины приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Наиболее распространенные деформации и разрушения земляного полотна

Наименование и характер деформаций	Наиболее вероятные причины возникновения деформаций
Осадки неравномерные	Недостаточное уплотнение и переувлажнение грунтов, в результате чего снижаются параметры сдвига (*j* и *C*) грунта и под влиянием собственного веса и транспортных нагрузок он деформируется

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Просадки насыпей на основаниях из слабых грунтов - болотах, просадочных грунтах, карстах	Не обеспечена устойчивость насыпей против выпирания грунта в основании, существенно зависящая от угла внутреннего трения и сцепления грунта, а следовательно, и от соответствия сопротивления сдвигу действующим главным касательным напряжениям
Сползание откосов насыпей и выемок	Неправильное возведение насыпей: присыпка грунта на откосах без доброкачественного соединения с основным телом земляного полотна ступеньками; неудовлетворительный отвод воды с его поверхности; необеспечение достаточного укрепления откосов; повышенная против норм крутизна откосов. На косогорных участках оползанию откосов выемок, сползанию и обрушению насыпей способствует наклонное расположение водоносных слоев, образующих поверхности скольжения при малом сопротивлении сдвигу по ним, а также по основаниям насыпей
Расширение объёма грунта (разуплотнение) главным образом в направлении к поверхности земляного полотна	Возникают вследствие интенсивного осенне-зимнего накопления влаги при промерзании пылеватых пучинистых грунтов. Нередко в местах пучинообразования при оттаивании образуются в теле земляного полотна водные мешки, вызывающие его повреждение
Различные формы размывов земляного полотна (обочин, откосов)	Происходят, когда неукреплённые поверхности не могут противостоять поверхностному стоку (водная эрозия), обусловленному атмосферными осадками (ливневыми и талыми водами), притекающими к земляному полотну с прилегающей местности, а также притекающими речными, озёрными и морскими водами. При продолжительном застое воды из-за недостаточного уклона водоотводных канав или наличии препятствий в них. Эта вода при недостаточном расстоянии от земляного полотна может проникать в него и существенно переувлажнить грунт
Выдувание обочин и откосов при слабосвязных и несвязных грунтах	Происходит из-за того, что поверхности не могут противостоять воздействию ветра - ветровой эрозии
Колеи и выбоины на обочинах	Заезды транспортных средств на неукреплённые обочины, особенно в период, когда грунты обочин значительно увлажнены

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

5.3. Основные причины возникновения деформаций дорожных одежд и покрытий

Под нагрузкой от каждого колеса автомобиля дорожная одежда прогибается, а затем постепенно восстанавливается (рис. 5.6, а). Прогиб от колеса тяжёлого грузового автомобиля распространяется во все стороны, **образуя чашу прогиба** радиусом до 3-4 м, которая перемещается по ходу движения автомобиля. Чаши прогиба от колёс автомобиля частично перекрывают одна другую и охватывают всю ширину полосы движения. При этом в слоях одежды возникают напряжения сжатия, растяжения, изгиба и сдвига (рис. 5.6, б). Чрезмерные напряжения от транспортных нагрузок приводят к возникновению тех или иных деформаций.

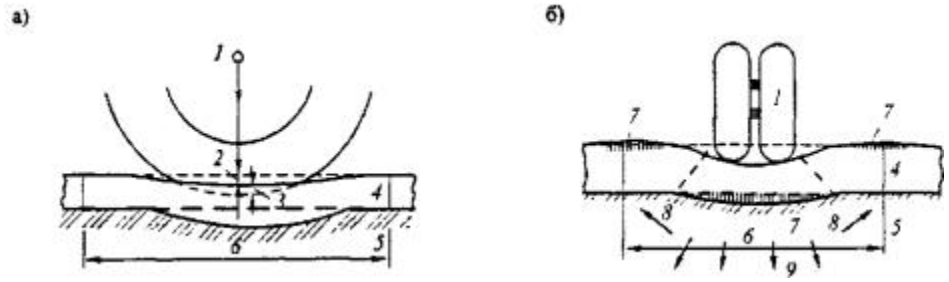


Рис. 5.6. Схема образования чаши прогиба и разрушения нежёстких дорожных одежд под колесом автомобиля:
1 - колесо; 2 - прогиб дорожной одежды; 3 - сжатие шины; 4 - дорожная одежда; 5 - земляное полотно; 6 - чаша прогиба; 7- зоны растяжения и трещины в одежде; 8 - выпирание грунта; 9 - направление сжатия грунта

В зависимости от конструкции, прочности и состояния дорожной одежды под действием повторных нагрузок в отдельных слоях и в конструкции дорожной одежды в целом могут проявляться либо только упруговязкие деформации, либо одновременно упруговязкие и вязкопластичные деформации, которые, постепенно накапливаясь, могут достичь недопустимых величин.

Наиболее опасными напряжениями для слоев одежды из монолитных материалов являются растягивающие, возникающие в слое при изгибе, а для слоев из слабосвязных материалов (зернистых) - напряжения сдвига (касательные). Максимальные растягивающие напряжения в усовершенствованном покрытии (асфальтобетонном и ему подобном) возникают на его нижней поверхности по оси действующей нагрузки [8, 94].

Основным видом нарушения сплошности грунтов и слабосвязных материалов дорожной одежды под действием транспортных нагрузок является сдвиг. Критическое состояние по прочности (напряжениям) в какой-либо точке грунтового массива или слое одежды наступает, когда касательное напряжение,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

действующее по площадкам скольжения, достигает предела сопротивления грунта или материала сдвигу.

Развитию деформаций способствует также влияние природно-климатических факторов, вызывающих увлажнение, перегрев или промерзание конструкции, что, в свою очередь, приводит к снижению прочности и ухудшению деформационных свойств грунта, одежды в целом и отдельных её слоев, а также к потере монолитности покрытия.

Работоспособность покрытия во многом зависит от продолжительности приложения, т.е. от скорости движения автомобилей. С повышением скорости движения действие растягивающих напряжений в покрытии уменьшается, а вместе с этим уменьшаются удельные повреждения, возникающие от движения транспортных средств. Однако это происходит только на ровных покрытиях. При наличии неровностей разрушения возникают из-за динамического воздействия нагрузки.

Горизонтальные (тангенциальные) сжимающие и растягивающие напряжения являются причиной пластических деформаций, а также и разрушений в верхних слоях дорожной одежды в виде сдвигов, волн, наплывов, поперечных трещин и колей по полосам наката. Такие деформации чаще наблюдаются на покрытиях толщиной менее 8 см. При большей толщине покрытий сдвиговые деформации наблюдаются реже. Это объясняется тем, что напряжения, вызываемые в дорожной конструкции тангенциальными усилиями, приложенными на поверхности покрытия, сравнительно быстро затухают по глубине (рис. 5.7).

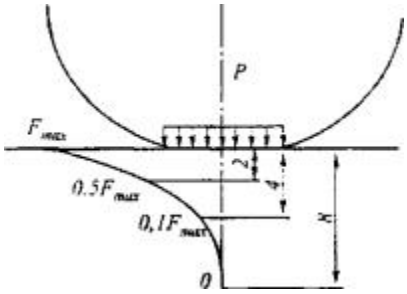


Рис. 5.7. Эпюра распределения касательных напряжений по глубине

Критическим периодом работы дорожной одежды является весенний, когда в результате снижения прочности грунта земляного полотна прогиб дорожных одежд максимальный, а температура покрытия часто колеблется в пределах от 0 до +10°С. При этом особое значение приобретает повторное воздействие на покрытие нагрузок от транспортных средств, в результате которого одежда многократно прогибается и подвергается растягивающим напряжениям, нередко приводящим к появлению трещин, в том числе усталостных, в основном на полосах наката.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Деформации дорожной одежды, возникающие под действием транспортных нагрузок и природно-климатических факторов, во многом зависят от вида и структуры материалов слоев, составляющих эту одежду.

Слои дорожных одежд могут иметь структуру контактного, коагуляционного или кристаллизационного типа.

При контактном типе структуры, характерном для слоев из щебня, гравия и песка, минеральные частицы взаимодействуют между собой непосредственно. Такие слои не обладают связностью и практически не проявляют вязких свойств. Для покрытий с контактным типом структуры наиболее характерными являются деформации в виде волн, выбоин, а также повышенный износ. Для нижних слоев из материалов контактного типа характерными являются просадки, которые происходят за счёт доуплотнения и дезынтеграции (размельчения) фракций.

При каждом прогибе дорожной одежды отдельные зёрна минеральных материалов, взаимно действуя друг на друга, истираются, обламываются, раскалываются, что приводит к их размельчению и образованию мелких частиц и зёрен. Раскалывание (дробление) щебёнки происходит потому, что в точках контакта щебёнки друг с другом возникают (концентрируются) большие напряжения сжатия, которые могут превышать предел прочности каменного материала на сжатие или раскалывание. Особенно интенсивно происходят эти процессы в слоях дорожных одежд из малопрочных каменных материалов.

В частицах размеров менее 0,071 мм, образующихся при размельчении крупных зёрен щебня, может наблюдаться капиллярное поднятие и длительное удержание воды. Превращаясь во влажную пластическую массу между отдельными твёрдыми зёрнами, мелкие частицы вместе с водой действуют как смазка, облегчая перемещение зерен, увеличивая размеры прогиба одежды под колёсами автомобилей и вызывая более ускоренное дальнейшее измельчение материалов.

В слоях дорожной одежды, устроенных из материалов **коагуляционного типа**, минеральные частицы покрыты пленками органического вяжущего. К таким материалам относятся укреплённые органическим вяжущим грунты, битумоминеральные смеси и асфальтобетон. Материалы, обработанные органическим вяжущим, отличаются повышенной связностью и под действием нагрузки проявляют как упругие, так и вязкие свойства.

Особенностью дорожных одежд, построенных с применением органических вяжущих материалов, является то, что их эксплуатационные характеристики в течение срока службы подвержены непрерывным изменениям, обусловленным нестационарностью температурного режима и воздействием транспортных нагрузок, а также непрерывным изменением свойств вяжущего в процессе эксплуатации, носящим обратимый и необратимый характер.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В зависимости от температуры, свойств вяжущих и характера воздействия транспортных средств покрытия с органическими вяжущими будут обладать свойствами упругих, упруго-вязких или упруговязкопластичных сред. Чем ниже температура и менее продолжительно действие нагрузки, тем выше упругие свойства покрытия. По мере повышения температуры и увеличения продолжительности действия нагрузки все больше начинают преобладать пластические свойства покрытия (рис. 5.8 - 5.10).

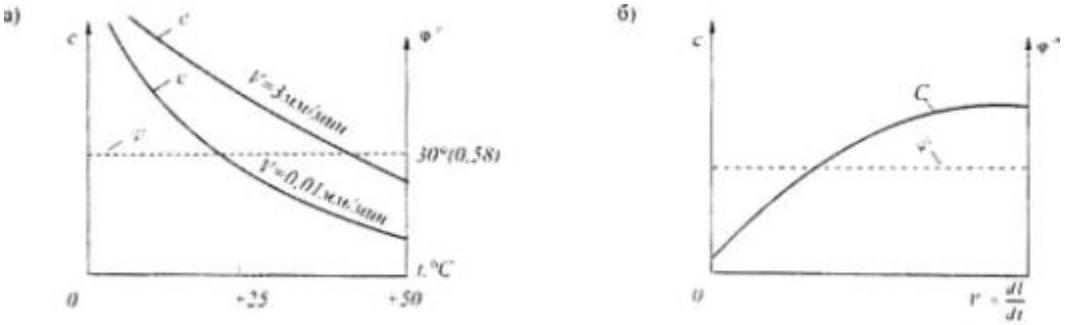


Рис. 5.8. Зависимость сцепления *C* и угла внутреннего трения *f* асфальтобетона (данные Н. В. Горелышева):
а - от температуры испытания; б - от скорости деформирования

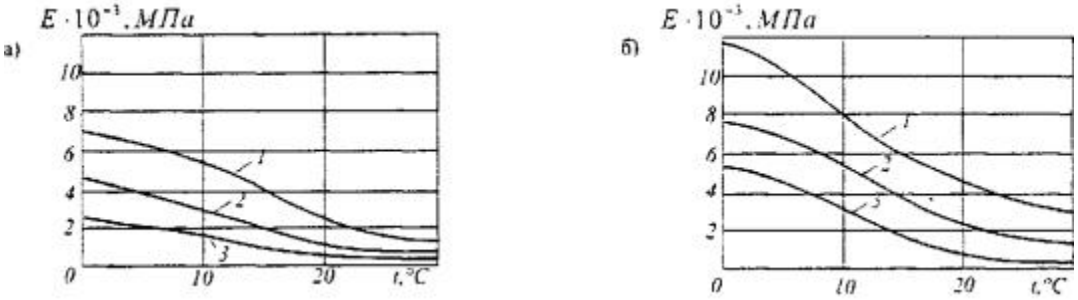


Рис. 5.9. Зависимость модуля упругости асфальтобетона от его температуры (данные А.О. Салля):
а - продолжительность действия нагрузки 1 с; б - то же, 0,1 с;
1 - для асфальтобетона на битуме марки БНД 60/90; 2 - то же, БНД 90/130; 3 - то же, БНД 30/200

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

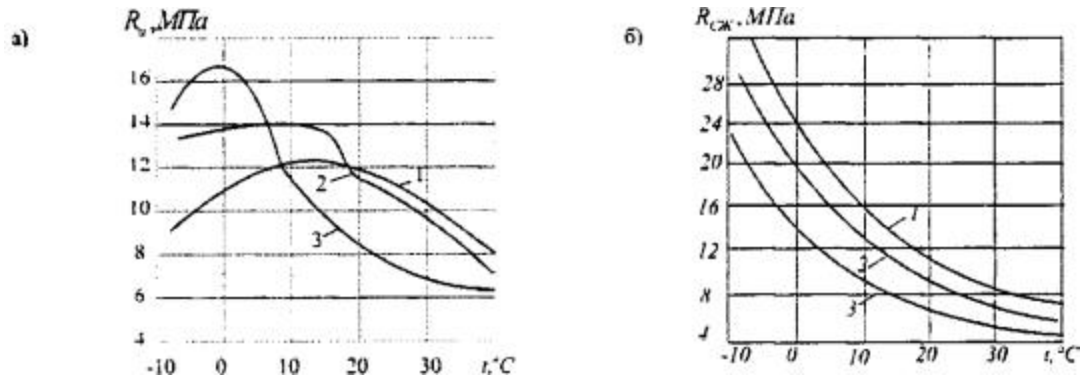


Рис. 5.10. Зависимость прочности асфальтобетона от его температуры при кратковременном нагружении (данные А.О. Салля):
а - при изгибе; б - при сжатии;
1 - для асфальтобетона на битуме марки БНД 60/90; 2 - то же, БНД 90/130; 3 - то же, БНД 130/200

При отрицательных температурах покрытия из материалов, содержащих органическое вяжущее, приобретают свойства хрупкого тела. Значительно повышаются и модули упругости и сопротивление сжатию, но одновременно снижается их способность деформироваться без нарушения сплошности при невозможности изменения размеров. По данным Н.Н. Иванова и Н.М. Распопова, колебания предельных значений относительных удлинений асфальтобетона при 0 находятся в пределах 0,006-0,002, а при (-20°С) - в пределах 0,0015-0,0006. Большие значения получены для мелкозернистых смесей с менее вязким битумом, а меньшие значения - крупнозернистых смесей и с более вязким битумом. Для пористых смесей, а также материалов, обработанных жидким битумом, предельные относительные удлинения будут выше. Поэтому при оценке прочности существующих дорожных одежд необходимо принимать за расчетные значения модулей упругости и сопротивления растяжению при изгибе асфальто- и дегтебетонов, приведённые в нормативных документах по расчёту прочности дорожных одежд. Их назначают в зависимости от характера действия транспортной нагрузки (кратковременное, длительное) с учётом расчётной для данной зоны температуры воздуха и покрытия [7, 8, 72].

Для слоев с коагуляционным типом структуры наиболее характерными являются разрушения в виде усталостных и температурных трещин и деформации в виде сдвигов и наплывов. Физико-механические свойства материалов, обработанных битумом, определяются особенностями связей, возникающих между отдельными минеральными зернами, и зависят от свойств битума, толщины его пленки, покрывающей минеральные зерна, а также от изменения со временем химического состава битума.

Наибольшую опасность представляет резкое понижение температур и покрытия зимой, а также медленное и глубокое промерзание дорожной конструкции,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

способствующее неравномерному пучению земляного полотна и поднятию проезжей части, особенно на участках с неблагоприятными грунтово-гидрологическими условиями. Указанные явления при недостаточном предельном относительном удлинении покрытия приводят к образованию в нем трещин независимо от характера и интенсивности движения. Существенное влияние на деформативные свойства слоев дорожной одежды из материалов с органическими вяжущими в процессе эксплуатации оказывает процесс старения вяжущего и увеличения его вязкости, которая может возрастать в слое покрытия на порядок.

Основным фактором, определяющим интенсивность старения битума в покрытии в процессе эксплуатации, является пористость дорожного покрытия. При пористости асфальтобетона менее 2 % старение битума можно не учитывать, так как изменение свойств в этом случае незначительно по сравнению с изменениями, происходящими на этапе приготовления смеси и её укладке (Руденская И.М., Руденский А.В. Органические вяжущие для дорожного строительства. М.: Транспорт, 1984. 229с). На процесс старения вяжущих влияют также адсорбция и абсорбция их компонентов минеральными материалами, вызывающие нарушение структуры вяжущего.

При старении материалов типа асфальтобетона под действием воды и кислорода воздуха выявляются три стадии (рис. 5.11).

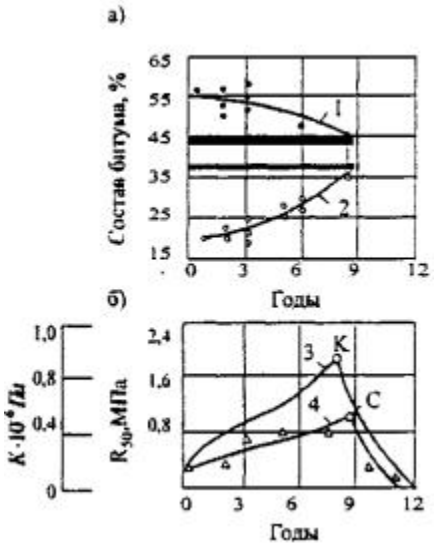


Рис. 5.11. Влияние старения битума на долговечность покрытий (данные Ю.В. Слободчикова):
а - изменение группового химического состава битума (кривая 1 - масла, кривая 2 - асфальтены); б - изменение когезионной прочности битума (кривая 3) и прочности покрытия с применением битума (кривая 4); К и С - точки резкого падения прочности покрытий

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

На первой стадии в течение длительного времени происходит нарастание прочности, водостойкости и уменьшение деформативных свойств материала. Это происходит за счёт уменьшения количества масел, увеличения смол и особенно асфальтенов, а также за счёт повышения вязкости и когезии битума в результате процессов взаимодействия битума с минеральными материалами. На второй стадии старения снижается водо- и морозоустойчивость битумоминерального материала без заметного изменения его прочности. Третья стадия сопровождается резким снижением прочности материала, повышением его водонасыщения, набухания и уменьшением водо- и морозоустойчивости. Это приводит к коррозии покрытия, усиленному выкрашиванию минеральных частиц и образованию выбоин и разрушений.

При одном прогибе дорожных одежд, минеральный материал которых обработан органическими вяжущими, эти изменения могут быть бесконечно малыми. Однако за время службы одежды число прогибов измеряется миллионами, поэтому величины остаточных деформаций возрастают.

Кристаллизационный тип структуры характерен для цементобетонов, каменных материалов и грунтов, укреплённых цементом и другими минеральными вяжущими. Связь между частицами материала осуществляется в результате спаек, образованных кристаллами вяжущего.

Для таких материалов характерна повышенная жесткость и прочность, упругие свойства выражены достаточно четко. Наиболее опасными напряжениями для слоев одежды из монолитных материалов являются растягивающие, возникающие в слое при изгибе, а для слоев из слабосвязных материалов (зернистых) - напряжения сдвига (касательные).

Для слоев и покрытий с **кристаллизационным типом** наиболее характерными являются восстанавливающиеся деформации, а также разрушения в виде трещин и сколов. На покрытиях возникают преимущественно разрушения - трещины, проломы, шелушение, истирание.

Напряжения в цементобетонных покрытиях возникают от воздействия нагрузок и изменения температуры. При изменении температуры воздуха, сопровождающегося нагреванием или охлаждением покрытия, оно стремится изменить свои размеры, но из-за сопротивления сил трения нижней поверхности покрытия о грунт (или другой материал основания) это становится затруднительным и в покрытии возникают температурные напряжения. К температурным относят также напряжения, возникающие в покрытии в результате неравномерного распределения в нём температур по толщине, обусловливающего стремление его к короблению и противодействия этому собственного веса плиты. Кроме того, температурными можно условно считать напряжения, возникающие при неравномерном поднятии покрытия в процессе зимнего вспучивания земляного полотна. Температурные напряжения совместно с напряжениями от воздействия

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

нагрузок от транспортных средств приводят к образованию и развитию трещин в бетонном покрытии.

Кроме перечисленных выше причин деформаций и разрушений дорожных одежд и покрытий могут быть отступления от нормативных требований к технологии и организации работ при строительстве или ремонте, нарушения требований к материалам и составам смесей и т.д.

Обобщенная характеристика основных деформаций и разрушений дорожных одежд и покрытий приведена в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Наиболее распространенные деформации и разрушения дорожных одежд и их причины

Наименование и характер деформаций	Наиболее вероятные причины возникновения деформаций
Деформации покрытия при достаточно прочной дорожной одежде	
1. Истирание (износ) всех видов покрытия. Усиленное и чаще всего неравномерное истирание наблюдается: на участках торможения автомобилей, на спусках, перед кривыми, в населенных пунктах, перед перекрестками и на участках с интенсивным тяжелым движением	1. Недостаточная износостойкость покрытия (слабая связность)
2. Выкрашивание и шелушение - поверхностное и послойное разрушение покрытия и отслаивание вяжущего от минерального материала. Наблюдается на покрытиях, содержащих вяжущее (на цементобетонном, асфальтобетонном и подобном им покрытии)	2. Недостаточно прочное сцепление вяжущего с каменным материалом
3. Выбоины - местные разрушения покрытия, имеющие вид углубления с резко	3. Недостаточное сопротивление покрытия касательным усилиям от транспортных средств, выбивающих и выдергивающих каменные

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

очерченными краями. Наблюдаются на всех видах покрытий	частицы, выщелачивание органических вяжущих водой; непрочное сцепление вяжущего с каменным материалом: дефекты укатки покрытия
4. Волны - закономерное чередование (через 0,4-2,0 м) на покрытии гребней и впадин вдоль дороги. Наблюдаются на покрытиях, содержащих органическое вяжущее, а также на гравийных покрытиях, не обработанных вяжущим, - чаще всего в местах остановок транспортных средств, вблизи пересечений в одном уровне, на крутых спусках	4. Излишняя пластичность покрытия из-за избытка вяжущего или недостаточной теплоустойчивости смеси при высоких температурах. Недостаточное содержание щебня. На гравийных необработанных покрытиях образование волн («гребёнки») вызвано динамическим воздействием транспортных средств на смесь с недостаточным количеством частиц, придающих связность покрытию
5. Сдвиги - смещения покрытия по основанию, сопровождающиеся часто наплывом слоя по слою. Наблюдаются на покрытиях, содержащих органическое вяжущее, на крутых спусках, в местах остановок и торможения автомобилей	5. Излишняя пластичность покрытия, обусловленная избытком вяжущего или недостаточной вязкостью его и теплоустойчивостью смеси при высоких температурах. Недостаточно прочное сцепление покрытия с основанием
6. Трещины на покрытии, содержащем органическое вяжущее: одиночные разного направления, расположены обычно один от другого на большом расстоянии; отдельные поперечные трещины, расположенные примерно через одинаковое расстояние (не менее 10 м) - так называемые температурные; редкие поперечные и косые трещины, не связанные между собой (расстояние между соседними трещинами 4-10 м); частые поперечные и косые трещины с ответвлениями, иногда связанные между собой, но, как правило, не образующие	6. Дефекты организации работ, технологии укладки и укатки смеси. Недостаточная деформативная способность покрытия и малая сопротивляемость его напряжениям, возникающим от изменения температуры и многократного воздействия нагрузки. Неоднородность свойств покрытий и основания, а также ряд случайных факторов

замкнутых фигур, расстояние между соседними трещинами соответственно 2-4 м и 1-2 м; сетка трещин с крупными ячейками - трещины произвольного очертания, образуют замкнутые фигуры, расположены в разных местах по ширине проезжей части	
7. Трещины на цементобетонных покрытиях: поперечные сквозные	7. Изменение температуры покрытия при большем, чем допустимо, расстоянии между швами сжатия или расширения, при невысоком качестве их устройства, перерыве в бетонировании более 2 ч.
продольные сквозные	Дефекты в устройстве продольных швов. Неоднородность качества земляного полотна
неглубокие	Неравномерное распределение температуры по толщине плиты, обусловливающее ее коробление, и недостаточная деформативная способность плиты при одновременном с температурой воздействием нагрузок.
волосяные усадочные	Усадка бетона, особенно при неправильном уходе после укладки, а также от замерзания воды, попадающей в него.
косые вблизи углов плиты	Недостаточно плотное прилегание бетонной плиты к основанию и повышенные напряжения в плите при проезде транспортных средств
Деформации всей конструкции дорожной одежды	

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

8. Сетка трещин с мелкими ячейками (10-20 см) на полосах наката покрытий, содержащих органическое вяжущее	8-11. Недостаточная прочность дорожной конструкции
9. Частые, отстоящие одна от другой на 20-40 см, продольные трещины на полосах наката в сочетании с частыми (1-4 м) поперечными трещинами на всю ширину проезжей части. Наблюдаются на покрытиях, содержащих органическое вяжущее, построенных на основаниях из грунта (материала), укрепленного цементом или другим минеральным вяжущим	
10. Просадки - резкие искажения профиля покрытия, имеющие вид впадин с округлой поверхностью. На покрытиях, содержащих органическое вяжущее, нередко сопровождаются сеткой трещин	
11. Колейность - плавное искажение поперечного профиля покрытия на полосах наката. Наблюдается на всех типах покрытия	
12. Проломы - полное разрушение дорожной одежды с резким искажением поперечного профиля. Наблюдаются на всех типах покрытий	12. Весьма незначительная прочность дорожной одежды в сравнении с требуемой по условиям движения
13. Те же деформации и разрушения, что и в п.п. 8, 10 - 12, когда оттаяла лишь дорожная одежда, а грунт земляного полотна находится в мёрзлом состоянии. Наблюдается на всех типах одежд, за исключением цементобетонных	13. Неустойчивость (пластичность) и недостаточная прочность хотя бы одного промежуточного слоя дорожной одежды

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

14. Продольные и косые пересекающиеся трещины или паутинообразная сетка трещин при искаженном поперечном профиле проезжей части, связанные с неравномерным поднятием (пучением) земляного полотна при промерзании	14. Неудовлетворительные грунтовые условия при неблагоприятных условиях увлажнения главным образом подземными или длительно застаивающимися поверхностными водами и глубоком промерзании земляного полотна

5.4. Причины образования трещин и ямочности и их влияние на состояние дорожной одежды

Трещины являются наиболее распространенным видом дефектов дорожных одежд. Основной причиной образования трещин является возникновение растягивающих и изгибающих напряжений в слоях дорожной одежды, возникающих под действием нагрузки от автомобилей и температурных колебаний и особенно при совместном действии этих факторов. Трещины зарождаются там, где нормальные растягивающие напряжения в слое покрытия или дорожной одежды превышают предел прочности на растяжение материала соответствующего слоя. Трещины на покрытиях становятся заметными при ширине 0,2-1 мм и длине не менее 10 см. Более мелкие трещины или микротрещины визуально не различимы. Основная часть трещин, возникающих по полосам наката от действия нагрузки, является результатом усталостного разрушения слоя дорожной одежды.

Механизм усталостного разрушения состоит в следующем. Хотя растягивающие напряжения при проходе одного автомобиля значительно меньше критических, из-за неоднородности материала локальные напряжения могут существенно отклоняться от среднего значения. В местах, где они превышают предел упругости пленок битума, связи рвутся. Повторные приложения нагрузок приводят к накоплению разорванных связей. В результате через определённое число циклов приложения нагрузок в нижней части покрытия по полосам наката возникают продольные волосяные трещины, объединяющиеся затем в большие, образуется сетка трещин. Трещины растут одновременно в двух направлениях: вверх и по длине. При дальнейших нагружениях трещина проходит сквозь покрытие и становится видимой на его поверхности.

Другая часть зарождается на поверхности покрытия или другого слоя и развивается сверху вниз. Это температурные трещины и трещины, возникающие в зоне выпуклого изгиба покрытия под действием колес автомобилей. Большую долю трещин на поверхности покрытия составляют отражённые трещины. Это трещины старого покрытия, на котором уложен новый слой асфальтобетона. Опыт показывает, что трещины старого покрытия в процессе эксплуатации начинают проявляться уже через 1-2 года, а по истечении 5-7 лет могут полностью повториться на новом покрытии.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Существует много причин образования трещин:

недостаточная прочность дорожной одежды и земляного полотна, не соответствующая фактическим нагрузкам от автомобилей, вследствие чего возникают большие прогибы и растягивающие напряжения в слоях дорожной одежды;

большие перепады температур от положительных к отрицательным, при которых возникают знакопеременные напряжения; особенно опасны низкие отрицательные температуры, которые сопровождаются возникновением очень высоких растягивающих напряжений в слоях дорожной одежды;

недостаточная трещиностойкость асфальтобетонных покрытий, обусловленная несоответствием деформативных свойств битума реальным температурным условиям работы покрытий;

различие теплофизических свойств материалов слоев смежных покрытий, вследствие чего возникают дополнительные напряжения по плоскостям сопряжения слоев при температурных перепадах;

неравномерное уплотнение земляного полотна и слоев дорожной одежды;

образование пучин, сопровождающееся возникновением сетки трещин в дорожной одежде.

Появление и развитие трещин не имеет взрывного характера, но происходит достаточно быстро. Исключение составляют трещины в местах образования пучин, которые возникают зимой в момент поднятия бугра при промерзании дорожной одежды и земляного полотна, или весной в момент полного оттаивания грунта, когда проезжающие автомобили могут полностью разрушить ослабленную дорожную одежду. В этом случае сетка трещин может образоваться в течение одного зимне-весеннего периода.

В условиях континентального климата первыми, как правило, появляются зимой температурные поперечные трещины на расстоянии 40-50 м одна от другой. Они могут появляться уже в первый год службы дорожной одежды или покрытия. Продольные трещины, трещины по полосам наката и трещины произвольного направления возникают обычно через 4 года и более на новом покрытии. Отражённые трещины могут появиться через 1-2 года после устройства нового стоя.

Наиболее быстро развиваются трещины весной и осенью, а наиболее широко раскрываются зимой и весной. В летний период многие мелкие трещины закрываются за счёт размягчения битума и расширения материала в покрытии или закатываются колесами автомобилей.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Трещины в цементобетонных покрытиях образуются в разное время, в различных местах плит, имеют разное очертание и направление, а также неодинаковую глубину. Количество, протяжённость и ширина трещин пропорциональны сроку службы покрытия. Трещины имеют различные размеры по ширине, длине и глубине. Однако общепринятая классификация трещин отсутствует. Наиболее часто разделяют трещины по ширине, при этом в разных странах критерии отнесения трещин к тому или иному классу различаются. Обобщая различные источники, можно предложить следующую классификацию трещин по ширине: узкие - до 3-5 мм; средние - 5-10 мм; широкие - 10-30 мм и очень широкие - более 30 мм.

В начальной стадии образования трещины практически не оказывают влияния на условия движения автомобилей до тех пор, пока трещины не переходят в выбоины. Наличие трещин на покрытии и в дорожной одежде оказывает очень большое влияние на прочность и срок службы дорожной одежды по следующим причинам:

трещины нарушают целостность и монолитность дорожной одежды, разделяя ее на отдельные, не связанные между собой блоки. В результате нагрузка от колеса автомобиля передается на значительно ослабленную конструкцию, распределяется на меньшую площадь, создавая в них повышенные напряжения и деформации;

через трещины вода проникает в основание и земляное полотно и значительно ослабляет их прочность и несущую способность;

при наезде колёс на кромки трещины отдельные части покрытий обламываются, стенки трещины перемешаются относительно одна другой в вертикальной плоскости. В результате кромки обламываются и разрушаются, стенки раскрашиваются и постепенно трещина превращается в выбоину. Процесс превращения трещин в выбоины неизбежен, если не предпринять своевременных мер по ремонту трещин. Важно и то, что попавшая в раскрытую трещину вода при замерзании увеличивает темп роста трещин по ширине и длине.

Таким образом, каждая своевременно не устраненная трещина, а тем более сетка трещин рано или поздно превратится в выбоину.

С позиций восприятия водителем состояния поверхности покрытия и его влияния на условия движения автомобиля к выбоинам и ямочности можно отнести местные посадки, проломы, места с сильным выкрашиванием материала покрытия, а также крупные трещины.

Существует много причин образования ям и выбоин. Одной из главных причин является недостаточная прочность дорожной одежды, а наличие широких трещин и тем более сетки трещин служит явным признаком этого.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Опыт показывает, что с уменьшением прочности дорожной одежды площадь ямочности в процессе эксплуатации резко увеличивается (рис. 5.12). Как следует из этого графика, среднегодовая площадь ямочности на 8-й год эксплуатации дорожной одежды капитального типа с асфальтобетонным покрытием при коэффициенте запаса прочности 1,5 составляет около 0,1 % от общей площади, а при коэффициенте запаса прочности 1,0 составляет около 2 %, т.е. в 20 раз больше.

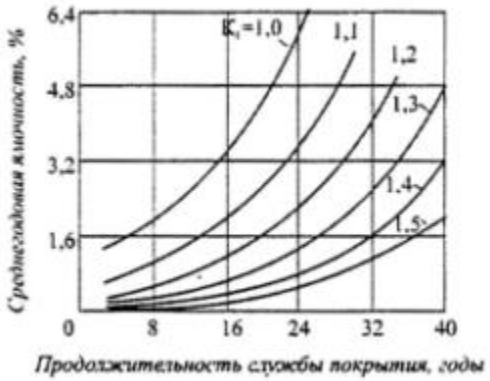


Рис. 5.12. Среднегодовая ямочность в зависимости от коэффициента прочности одежды с асфальтобетонным покрытием (данные М.Б. Корсунского)

В большинстве случаев начальная стадия возникновения выбоин и ямочности совпадает с периодом неблагоприятных погодных условий, особенно с весенним периодом частого перехода от положительной к отрицательной температуре воздуха, избыточного увлажнения грунта земляного полотна и слоев дорожной одежды.

Вода, попадая в трещины, усиливает коррозионные физико-химические процессы в материалах дорожной одежды, а при замерзании оказывает растягивающее действие на стенки трещин и отдельные частицы материалов. В сочетании с динамическим воздействием от транспортных нагрузок материал покрытия в зоне образования трещины начинает разрушаться и выбиваться, а трещина быстро перерастает в выбоину. Поэтому незаделанная трещина всегда является потенциальным источником появления выбоин.

Другим источником возникновения выбоин являются неровности дорожного покрытия, начиная от неровностей, допущенных при устройстве слоев дорожной одежды, когда не соблюдаются требования к ровности и однородности в процессе разравнивания и уплотнения материалов, и включая неровности в виде трещин, сдвигов и наплывов, которые возникают в процессе эксплуатации асфальтобетонных покрытий из смесей с повышенной пластичностью.

Сразу после проезда колеса автомобиля через выступ неровности в виде трещины или выбоины возникает динамический удар на покрытие на некотором

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

расстоянии за выбоиной (рис. 5.13). Многократное повторение такого удара приводит к расшатыванию структуры материала, появлению и развитию еще более крупных трещин или выбоины, которые затем сливаются в одну большую выбоину. Еще одним источником образования выбоин служат участки покрытия, где происходит шелушение и выкрашивание каменного материала.

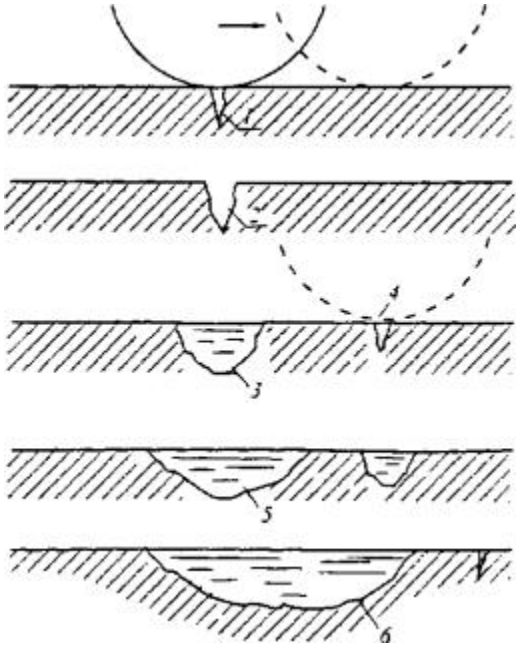


Рис. 5.13. Пример перехода трещин или раковин в выбоины:
1,2 - трещины или раковины при выкрашивании; 3 - расклинивающее действие воды и льда и образование трещин в зоне повторного удара; 4 - вторичный удар колеса; 5, 6 - развитие смежных выбоин и их объединение

В любом случае выбоины и ямы необходимо заделывать на ранней стадии их образования. Опыт показывает, что каждая незаделанная выбоина увеличивается в размерах и способствует появлению новых выбоин. В начале этот процесс идет медленно, а затем приобретает лавинообразный характер. Если стоимость работ по ямочному ремонту, выполненному ранней весной, принять за единицу, то с опозданием ремонта на 2-3 месяца эта стоимость может возрасти в 3-5 раз.

5.5. Условия образования колей и их влияние на движение автомобилей.

Колея - это деформирование поперечного профиля проезжей части с образованием углублений и гребней выпора вдоль полос наката вследствие неравномерного износа и накопления пластических деформаций в покрытии, а также остаточных деформаций в слоях дорожной одежды и земляного полотна, происходящее при многократном воздействии колёс автомобилей.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

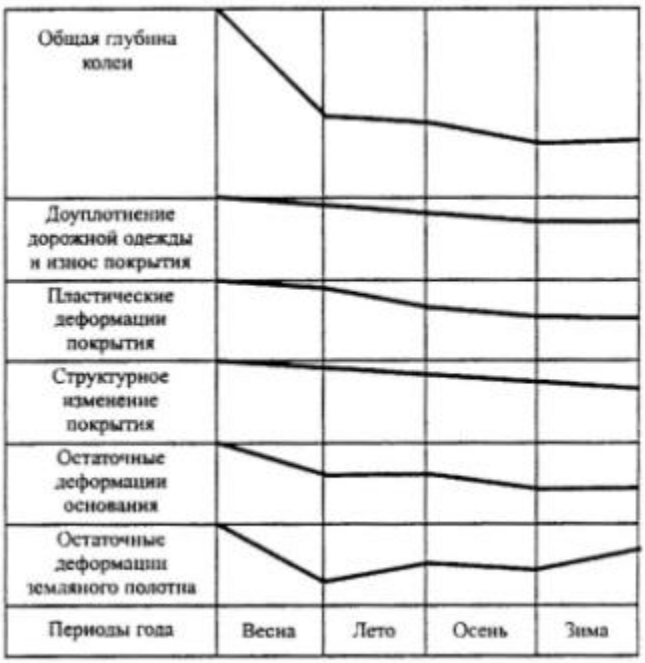
Наиболее часто колея образуется на нежёстких дорожных одеждах с покрытием из асфальтобетона и других битумоминеральных смесей, однако колея истирания может формироваться и на цементобетонных покрытиях. Как и большинство других деформаций, колея образуется при неблагоприятном сочетании двух групп факторов:

внешние факторы - воздействия нагрузки, климатические факторы, особенно температура воздуха и солнечная радиация, а также условия увлажнения грунта земляного полотна;

внутренние факторы - физико-механические характеристики дорожной конструкции: сдвигоустойчивость, структурное состояние, прочность и степень уплотнения дорожной одежды и земляного полотна, тип грунта и его свойства.

Самым важным из всех факторов образования колей является воздействие тяжелых многоосных автомобилей. Процесс образования колей начинается одновременно с открытием движения по дороге. Вначале он идет медленно, затрагивая только верхний слой покрытия, а затем распространяется на другие слои дорожной одежды и на земляное полотно. Однако в случае когда материал какого-то слоя дорожной одежды плохо уплотнён или имеет низкую прочность и сдвигоустойчивость, остаточные деформации накапливаются в этом слое и проявляются на поверхности покрытия.

Характер и причины образования колей, а также динамика их развития могут существенно различаться по сезонам года (рис. 5.14).



Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Рис. 5.14. Динамика развития составляющих общей глубины колеи по сезонам года

Прежде всего колея может образовываться за счёт доуплотнения слоев дорожной одежды, если они не были достаточно уплотнены при строительстве. Колея по этой причине образуется в первый год эксплуатации. Опыт показывает, что доуплотнение дорожной одежды завершается после прохода 300 тыс. стандартных осей грузового автомобиля.

В программе HDM-4 принято, что начальное недоуплотнение является причиной образования колей в 20 % случаев. Однако эта величина получена при условии, что земляное полотно не участвует в процессе образования колей. Если принимать во внимание участие земляного полотна, то доля недостаточного уплотнения слоев дорожной одежды составит 5-10 % от общего числа причин образования колей.

Износ (истирание) покрытия под действием колёс автомобиля происходит при торможении и при движении в режиме тяги за счёт неизбежного проскальзывания шины в зоне контакта колеса с покрытием. Износ происходит примерно одинаково в течение года, если зимой не применяются шины с шипами. Учитывая это обстоятельство, можно считать, что в странах с короткой зимой доля колей по причине износа покрытия составляет около 5 %.

Пластические деформации покрытия являются причиной 15-20 % случаев образования колеи на асфальтобетонных покрытиях, которые состоят в накоплении вертикальных остаточных деформаций вследствие повышения пластичности, т.е. снижения структурной вязкости асфальтобетона при высоких температурах, которое, в свою очередь, происходит из-за снижения вязкости битума или вязкого сопротивления битума сдвигу (рис. 5.15).



Рис. 5.15. Колея, образующаяся в результате вязкопластического размягчения вяжущего:
1 - первоначальное положение щебёнки; 2 - положение щебёнки после смещения; 3 - щебёнка; 4 - плёнка вяжущего

Одновременно с вертикальными накапливаются и горизонтальные остаточные деформации, когда под действием сдвигающих напряжений происходит выдавливание частиц асфальтобетона в стороны. Эти деформации при многократных повторных приложениях нагрузки непрерывно возрастают, в результате чего по бокам колеи появляются гребни или валы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Накопление пластических деформаций в асфальтобетонном покрытии происходит летом при температуре воздуха выше 25-30°С, при которой температура покрытия повышается до 40-60°С и выше. Расчётной принимают температуру асфальтобетона 40-50°С и выше в зависимости от вязкости битума.

Глубина пластической колеи зависит от исходной вязкости битума, состава асфальтобетона, числа приложений нагрузки и её величины, толщины слоя асфальтобетона.

Структурное разрушение и остаточные деформации покрытия и слоев основания. Под действием многократно прилагаемых нагрузок в слоях дорожной одежды могут сложиться такие условия, когда вертикальные или горизонтальные напряжения превысят местные предельно допустимые значения напряжений и начнется разрушение сплошности или структуры материала слоя с потерей прочности и сдвигоустойчивости. Следствием этого является ускоренное накопление остаточных деформаций и формирование колеи, которая появляется после критического для данной конструкции дорожной одежды числа приложений тяжёлой нагрузки.

Структурные разрушения покрытия происходят примерно одинаково в течение всего года, а в слоях основания они накапливаются больше всего весной, когда прочность дорожной одежды наименьшая. Глубина колеи за счет структурного разрушения зависит от прочности дорожной одежды, трещиностойкости, сдвигоустойчивости, срока службы покрытия, загруженности и т.д.

Из общего количества случаев образования колеи структурные разрушения отмечаются в 25-35 % случаев. В программе HDM-4, где не учитывается роль земляного полотна, эта доля принята равной 50 %, т.е. это одна из наиболее важных причин образования колеи.

Остаточные деформации в грунтах земляного полотна являются причиной образования колеи в 20-30 % случаев. Проблеме накопления остаточных деформаций в земляном полотне, в том числе и неравномерных остаточных деформаций посвящено много работ [7, 34, 71, 79, 94]. Установлен общий вид кривой накопления остаточных деформаций в земляном полотне в течение года, из которой следует, что наиболее активно оно происходит в весенний период. На кривой зависимости глубины и формы колеи от сопротивления грунта вдавливанию и сдвигу можно выделить фазу сжатия и уплотнения, фазу местных сдвигов и фазу выдавливания или выпучивания грунта в стороны.

Имеются математические модели расчёта величины равномерных и неравномерных остаточных деформаций в земляном полотне. Однако они нуждаются в дальнейшем совершенствовании и, в частности, в учёте восстановления части накопившихся деформаций, которое может произойти летом и зимой.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Таков общий характер образования колеи как сочетание всех возможных факторов.

Основной характеристикой колеи является её глубина. Общая глубина колеи может быть определена исходя из схемы, приведённой на рис. 5.16:

$h_к = h_{ук} + h_в$, где
(5.5)

$h_{ук}$ - величина углубления на поверхности дорожной одежды за счёт накопления остаточной деформации в слоях дорожной одежды и в земляном полотне, мм;

$h_в = \frac{h_л + h_п}{2}$ - средняя высота гребней выпора с левой и правой стороны, образующихся за счёт пластических деформаций в слое асфальтобетона и земляном полотне, мм.

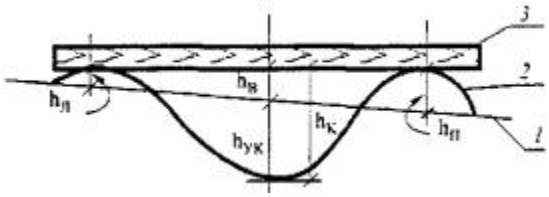


Рис. 5.16. Основные параметры колеи:
1 - линия поверхности покрытия после строительства; 2 - то же, после образования колеи; 3 - измерительная рейка

Величина углубления в общем случае составляет

$h_{ук} = h_{gy} + h_u + h_{аб} + h_o + h_г$, где
(5.6)

h_{gy} - величина колеи за счёт доуплотнения дорожной одежды и грунта земляного полотна, мм;

h_u - глубина колеи за счёт износа (истирания), мм;

$h_{аб}$ - величина колеи за счёт пластических деформаций в слоях асфальтобетона, мм;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

h_o - глубина колеи за счёт структурных деформаций в слоях основания, мм;

$h_г$ - глубина колеи за счёт накопления остаточных деформаций в земляном полотне, мм.

На начальном этапе исследований можно пренебречь учётом глубины колеи, образующейся за счёт износа (истирания), поскольку доля автомобилей, оснащённых шинами с шипами, в нашей стране невелика.

Также можно опустить учёт глубины колеи за счёт доуплотнения слоев дорожной одежды для эксплуатируемых дорог, так как это явление, как правило, прекращается после года эксплуатации дороги.

Тогда общая глубины колеи будет определяться по формуле

$$h_к = h_{аб} + h_o + h_г + h_в.$$
(5.7)

В последние годы проблема борьбы с колеями стала одной из важнейших на дорогах России. Это объясняется тем, что в составе транспортного потока происходит увеличение доли тяжёлых многоосных автомобилей, которые ускоряют процесс образования колей и доли легковых быстроходных автомобилей, для которых колеи представляют наибольшую опасность.

Глубокая колея затрудняет маневры автомобиля при обгоне, вызывает поперечное скольжение, боковые колебания и потерю устойчивости при выезде из колеи, что приводит к снижению скорости движения и повышению аварийности. Особенно опасны колеи для движения в период дождей и таяния снега, когда в колеях образуется слой воды, в результате чего происходит снижение сцепных качеств покрытия, создаются предпосылки возникновения аквапланирования с потерей управляемости автомобиля. В период оттепелей и заморозков в колее образуется лёд, во время метелей и снегопадов откладывается и уплотняется снег, который трудно удалить снегоочистительными машинами.

Чтобы найти правильное решение по устранению колей в каждом конкретном случае, необходимо выполнить глубокий анализ причин их образования. Нет и не может быть одного решения, пригодного во всех случаях. Это должен быть широкий спектр конструктивных и технологических решений, позволяющих выбрать наиболее эффективное в каждом конкретном случае.

В процессе содержания и ремонта дорог устраняют главным образом колеи, образовавшиеся за счёт истирания покрытия, накопления пластических деформаций в слоях покрытия. Колея, образовавшаяся за счет накопления остаточных деформаций в слоях основания и в земляном полотне, как правило, устраняется при капитальном ремонте или реконструкции дорог.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ГЛАВА 6. Виды деформаций и разрушений автомобильных дорог в процессе эксплуатации

6.1. Деформации и разрушения земляного полотна и водоотвода

Деформации земляного полотна связаны с грунтово-гидрологическими условиями, воздействием климатических факторов, сложившегося водно-теплового режима земляного полотна и дорожной конструкции в целом, условиями эксплуатации дороги, а в ряди случаев - и с технологией строительства и своевременностью проведения мероприятий по содержанию автомобильной дороги. В конечном счёте они определяют условия увлажнения грунтов земляного полотна. Наиболее часто используемые для сооружения земляного полотна связные грунты с увеличением влажности из твёрдого или полутвердого состояния переходят в пластичное, пластично-текучее и текучее. Эти переходы сопровождаются уменьшением прочностных и деформативных характеристик во много раз, что приводит к потере прочности и устойчивости земляного полотна и образованию различных видов деформаций (рис. 6.1).

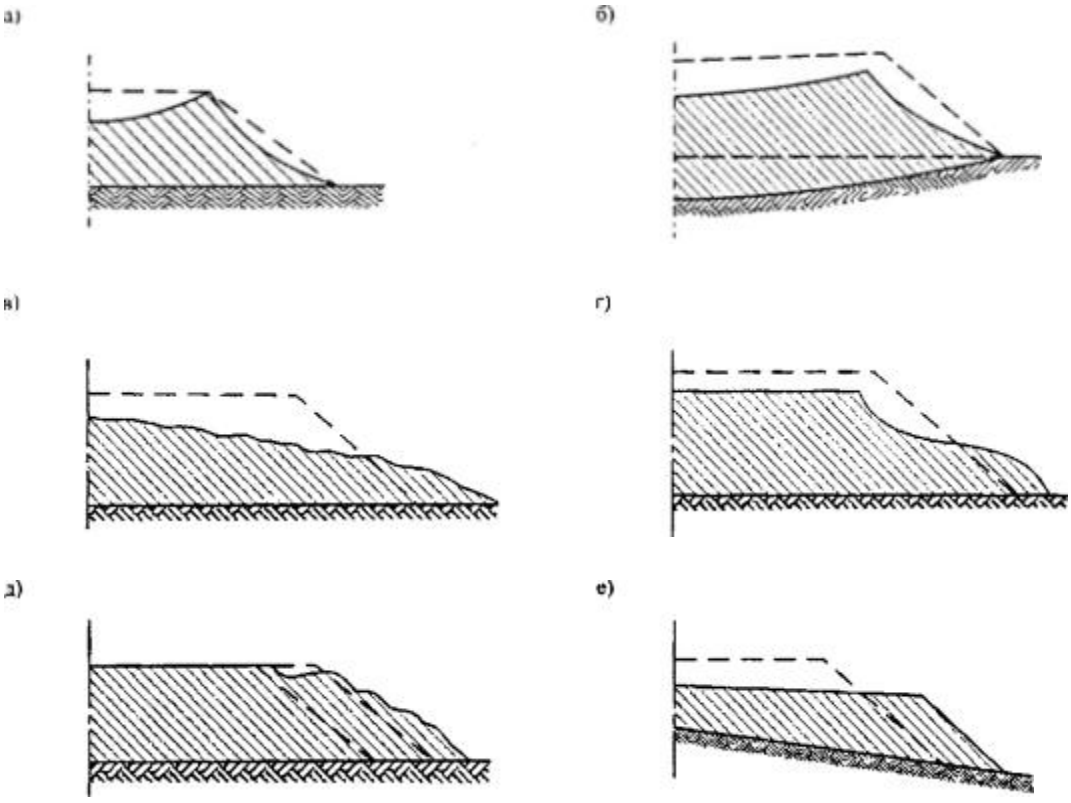


Рис. 6.1. Основные виды деформаций насыпей:
а - деформации грунта в активной зоне (рабочем слое); б - просадка насыпи на слабом основании; в, г - расползание (растекание) насыпи; д - деформации откосов; е - сползание (смешение) насыпи по наклонённому основанию

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Деформации в активной зоне (рабочем слое) и на обочинах (рис. 6.1, а) возникают при доуплотнении грунта, локальной потере им прочности при переувлажнении, особенно в случае возведения насыпи при строительстве из неоднородных грунтов или в результате пучинообразования (явление комплексного воздействия на пучиноопасный грунт влаги и отрицательной температуры). Деформации, связанные с дополнительным уплотнением грунта в зоне проезжей части, возникают под воздействием транспортных нагрузок, веса вышележащих слоев грунта и дорожной одежды в процессе эксплуатации дороги в виде отдельных просадок покрытия различной площади с плавными очертаниями краев или осадки по всему поперечнику на определенном протяжении дороги. Их образование, как правило, не сопровождается появлением отдельных трещин или сетки трещин в дорожной одежде, хотя могут быть и исключения при локальных осадках значительной величины.

Потеря грунтом прочности на отдельных участках дороги или локально в отдельных местах возникает при переувлажнении грунта активной зоны поверхностными (грунтовыми) водами. В результате под действием транспортных нагрузок на покрытии образуются просадки с сеткой трещин, проломы дорожной одежды с разрушением материала покрытия.

Пучинами называют деформации увеличения объёма грунта в активной зоне земляного полотна, проявляющиеся зимой во взбугривании и потере ровности покрытия, а в период оттаивания при проезде автомобилей - в проломах одежды, вызванных снижением прочности переувлажнённых грунтов. Классификация условий образования пучин приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

№ п/п	Наименование пучин (по генетическому характеру увлажнения грунтов)	Связь с грунтовыми и поверхностными водами	Характеристика процессов увлажнения
1	Гидрогеологические	Связаны преимущественно с высоким стоянием грунтовых вод. Накопление влаги происходит за счёт капиллярного поднятия грунтовых вод преимущественно в осенний и частично в зимний периоды	Резкое поднятие горизонта грунтовых вод в начале осенне-зимнего периода и высокое стояние его весной. Резкое возрастание влажности верхнего слоя грунтов насыпи в начале зимы с последующим затуханием процесса к концу зимы

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

2	Температурные	Связаны с перемещением грунтовых вод к зоне промерзания под действием значительных температурных градиентов и длительными сроками их действия	Циклическое изменение влажности верхней части грунтов земляного полотна. Интенсивное накопление ледяных прослоек у границы промерзания
3	Поверхностные	Связаны с длительным стоянием поверхностных вод, обильным выпадением атмосферных осадков и их проникновением через трещины покрытия в грунт земляного полотна в осенне-зимний период, плохой организацией работ по снегоочистке дорог	Переувлажнение обочин и откосов в начале осенне-зимнего периода. Перемещение влаги от обочин и откосов в конце зимы к более холодной проезжей части в результате перемещения снега с проезжей части на обочины
4	Смешанные	То же, по пп. 1-3	То же. по пп. 1-3

Внешними признаками пучинистых мест в зимний период являются неравномерное поднятие участков покрытия, взбугривание отдельных мест покрытия или образование группы взбугривании, развитых по площади проезжей части с различной степенью интенсивности. Значительная часть из них, как правило, приводит к образованию в дорожной одежде сетки трещин, концентрирующейся у вершины бугров пучения и разрушению покрытия на отдельные куски различной площади и формы. Иногда пучины в большей степени развиваются на обочинах, и их поднятие может оказаться большим, чем в зоне проезжей части.

В весенний период после схода снега на пучинистых участках могут появляться влажные пятна, наблюдается иногда выход вместе с водой мелких частиц дренирующего слоя или грунта земляного полотна, а также волнообразные колебания дорожной конструкции при наезде транспортных средств. Эти участки имеют, как правило, значительно пониженную прочность и интенсивно разрушаются [77].

Деформации неукреплённых или укреплённых несвязными материалами обочин выражаются в образовании колей, ям, часто приводящих к разрушению кромок покрытия проезжей части дороги, переувлажнению грунтов рабочего слоя земляного полотна, разрушению прибровочной части обочин. На укреплённых связными материалами обочинах (асфальтобетон, битумогрунт и др.) возникают дефекты, характерные для деформаций покрытий дорожных одежд проезжей части.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Наиболее частой причиной деформаций земляного полотна на слабом основании (рис. 6.1, б) является потеря его устойчивости. Наиболее типичными случаями потери устойчивости является выпор - смещение отдельных блоков массива основания по определенной поверхности скольжения без разрушения структуры грунта внутри этих блоков (рис. 6.2, а). Выпору способствуют недостаточная прочность дернового слоя болота, устройство канав и других выработок у подошвы насыпи. Выдавливание грунта основания насыпи (рис. 6.2, б) связано с пластическим его течением, которое сопровождается разрушением структурной связности перемещаемого грунта. Пластическое выдавливание более свойственно болотным грунтам с малой водопроницаемостью и низким углом внутреннего трения. Выдавливанию способствует слоистое строение залежи, наличие мягких пластических прослоек, а также более высокая горизонтальная проницаемость. Пластические деформации характерны для болот II типа. В результате выдавливания поверхность насыпи резко деформируется, приобретая вогнутый корытный профиль, иногда с образованием продольных трещин и провалов средней части (Евгеньев И.Е. Строительство автомобильных дорог через болота. М.: Транспорт, 1968).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

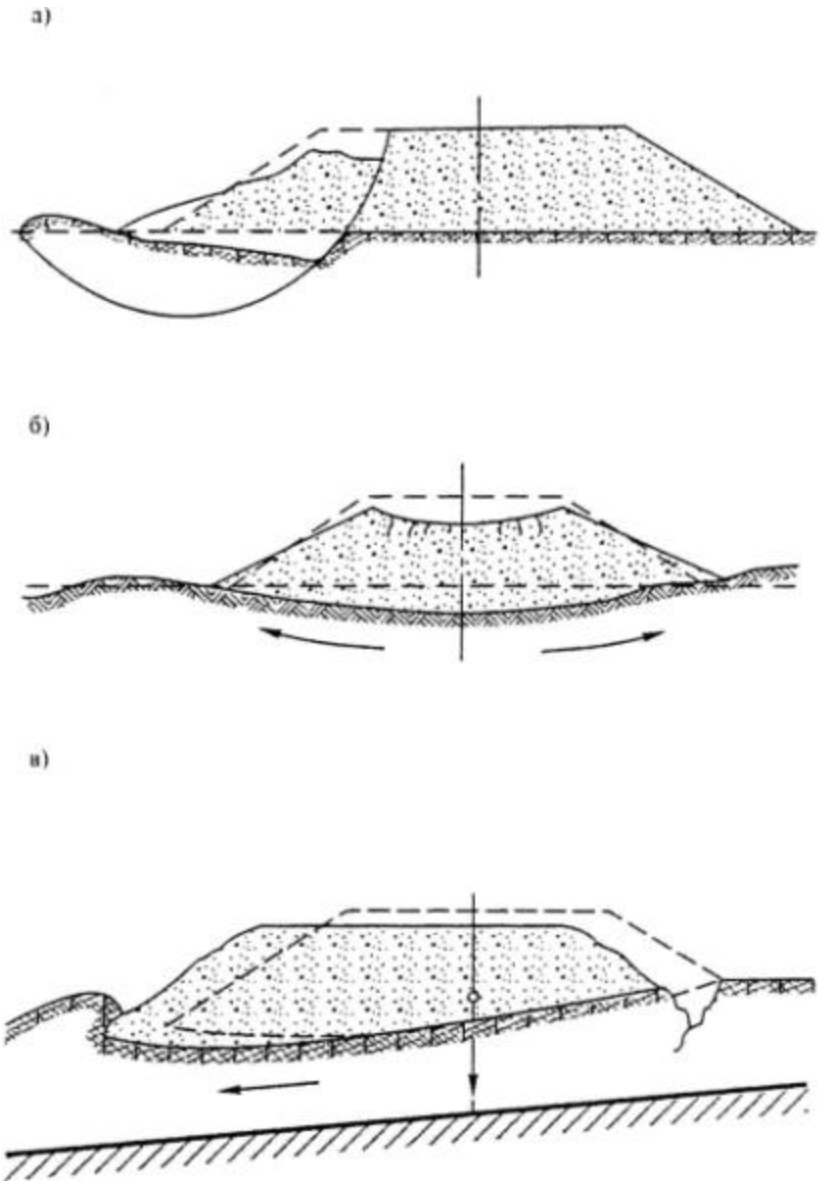


Рис. 6.2. Основные формы потери устойчивости насыпи на слабом основании

Оползневой сдвиг (рис. 6.2, в) - это поперечное или продольное смешение всего объема насыпи и части основания по поверхности скольжения, определенный геологическими разностями в строении основания. Причиной оползневого сдвига насыпи почти всегда является недостаточный учет уклона кровли - плотных пластов, подстилающих болотную залежь. Сдвигу способствует малая проницаемость нижних пластов, так как в таком случае и, соответственно, сопротивление сдвигу в контактной зоне оказывается близким к нулю.

Расползание насыпи (рис. 6.1, в; 6.1, г) происходит в результате использования при строительстве без специальных мероприятий переувлажнённых грунтов, несоблюдения требований по уплотнению грунтов, а также недоучёте их

повышенного капиллярного увлажнения. Деформации откосов насыпей (рис. 6.1, д), а также выемок могут быть связаны с потерей их общей и местной устойчивости.

Нарушение общей устойчивости откосов характеризуется смещением значительных масс грунта, частичным или полным разрушением земляного сооружения (насыпи, откосной части выемки) в результате изменения напряжённого состояния в грунтовом массиве, т.е. достижения сдвигающими напряжениями предельных значений. Основные формы нарушения общей устойчивости откосов и условия их возникновения приведены в табл. 6.2 [96]. На рис. 6.3 в качестве примера приведены схемы возможных форм потери общей устойчивости в виде обрушения со срезом.

Таблица 6.2

Формы нарушения общей устойчивости откосов	Характер деформации	Условия возникновения
Обрушение со срезом и вращением	Перемещение значительной части откоса в результате среза по критической поверхности, обычно близкой по форме к круглоцилиндрической с некоторым поворотом вокруг горизонтальной оси. Часто захватывает обочину. Может быть с выдавливанием основания у подошвы насыпи	При глинистых грунтах с достаточно однородным строением при переувлажнении, неустойчивом основании, высоких нагрузках
Скол при просадке	Вертикальное перемещение (опускание) с боковым движением части откоса	Наличие в толще откоса (основании) низкопрочных грунтов, способных выдавливаться под воздействием вышележащих слоев: песков-плывунов, гидронестойких пород (каменная соль, гипс и т.д.), резко просадочных пород и т.п.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Скольжение	Сдвиг части откоса по наклонным плоскостям напластований, древних смещений и т.п.	Наличие ясно выраженной поверхности скольжения со значительным углом падения
Оползень-сдвиг	Почти горизонтальное перемещение части откосов	Наличие слоистого строения толщи с увлажненными мягкими пластичными глинистыми прослойками, залегающими горизонтально или с малым падением

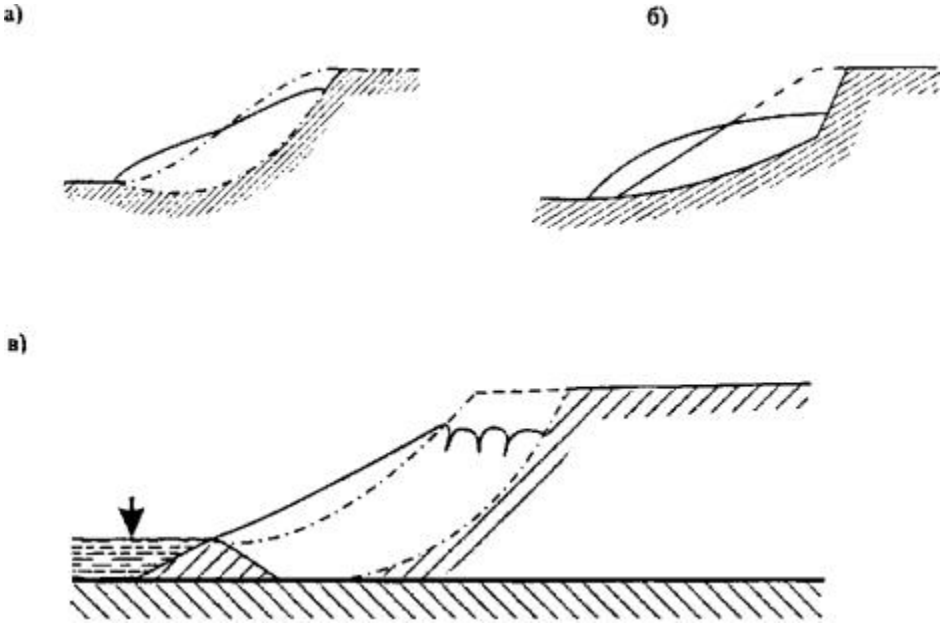


Рис. 6.3. Формы потери общей устойчивости откосов в виде обрушения со срезом: а - по круглоцилиндрической поверхности скольжения; б - по деформированной круглоцилиндрической поверхности скольжения; в - по границе слоев при подтоплении

Нарушение местной устойчивости откосов характеризуются смешением отдельных участков поверхности откосов [55]. Это - деформации локального характера, хотя иногда они могут охватывать и достаточно большие площади. Основные их формы приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Формы нарушения местной устойчивости откосов	Причины	Условия образования
Деформации локального скольжения и пластического течения. Выражаются в оползании и сплывах поверхности откосов различной площади, оплывинах на отдельных участках	Физико-химическое выветривание и избыточное увлажнение	Откосы, сложенные глинистыми грунтами, не устойчивыми к физико-химическому выветриванию
Эрозионные деформации. Выражаются в образовании промоин на поверхности грунта, канав и отдельных ям. Могут достигать больших размеров, захватывая обочины и проезжую часть дороги	Дождевые осадки и поверхностные воды	Неукрепленные откосы, сложенные малосвязными и водонеустойчивыми грунтами
Механическая суффозия и вынос грунта. Заключается в выносе грунта из-под обочин и проезжей части просачивающейся водой, проникающей в земляное полотно через покрытия и обочины, вынос грунта грунтовыми водами из откосов выемок	Грунтовые воды	Откосы, сложенные супесчаными и песчаными грунтами, в случае выхода водоносных горизонтов

При этом сплывами называют, по сути, локальные оползни. Они выражаются глубокими деформациями откосов, охватывающими значительные массивы на глубину до 2-3 м и более. Такие сплывы откосов характерны для высоких насыпей и глубоких выемок.

Оплывинами называют поверхностные сплывы с захватом грунта мощностью до 1 м с сохранением общей устойчивости откосов.

Эрозионные деформации выражаются в плоскостном смыве материала (грунта) откоса стекающими водами. Они возникают в местах сосредоточенного поступления поверхностных вод. Подтопляемые откосы имеют, как правило, укрепления. Их деформация (разрушение) определяется конструкцией укрепления и интенсивностью воздействия (помимо общих) агрессивных факторов, специфичных для подтопляемых откосов. К их числу прежде всего относятся: высота, частота и длительность подтопления, волновые нагрузки, скорость течения воды вдоль насыпи, ледоход, припай льда и др. Вместе с этим вне зависимости от вида укрепления могут иметь место размывы оснований (подошвы откосов)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

насыпей течением водного потока при критических значениях его скорости и объёма перемещаемой воды.

Деформации водоотводных сооружений приводят к снижению их стоковой способности (застой воды, переполнение канав, лотков водой при ливневых осадках и снеготаянии). Значительное влияние на эффективность отвода воды оказывает также зарастание канав растительностью, характерной для влажных мест (осока, камыш и т.д.), кустарником.

Деформации неукреплённых или укреплённых травосеянием водоотводных сооружений выражаются в нарушении их поперечного и продольного профиля (сплывы откосов, размыв канав, изломы продольного профиля, пучинообразное изменение профиля и т.д.).

Для укреплённых асфальтобетоном водоотводных сооружений характерны деформации в виде образования в слоях укрепления трещин, отдельных выбоин или системы трещин и выбоин, в том числе со смещением слоев укрепления, изменение профиля в результате образования пучин или просадочных явлений.

Для слоев укрепления в виде монолитного цементобетона характерны деформации в виде отдельных трещин или системы трещин, сплошного или на отдельных участках шелушения бетона, отдельные сколы и обломы, разрушения швов и материала их заполнения, изменения профиля в результате образования пучин. Для укрепления сборными цементобетонными элементами - дополнительно перекос плит при их просадке или пучении [84].

Возникающие в процессе эксплуатации неисправности дренажей могут быть разделены на три вида:

механические повреждения трубопроводов, смотровых колодцев, выпусков;

нарушение конструктивной целостности дренажа;

закупорка трубопровода.

Виды неисправностей дренажей и причины их образования приведены в табл. 6.4 (Лагойский А.И. Горизонтальные траншейные дренажи на железных дорогах. М.: Транспорт, 1974).

Таблица 6.4

Виды неисправности	Ошибки при проектировании и строительстве	Неудовлетворительное содержание дренажей	Природные причины

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Механические повреждения	Недостаточная удаленность дренажа от места приложения внешних силовых воздействий Применение поврежденных элементов Низкое качество материалов	Небрежное производство земляных работ поблизости от дренажей Проведение взрывных работ поблизости от дренажей	Агрессивность воды Стихийные бедствия Размораживание элементов дренажей
Нарушение конструктивной целостности дренажа	Деформации дна дренажной траншеи, недостаточная удалённость от места приложения внешних силовых воздействий, несоблюдение проектных решений, нарушения технологии строительных работ	Несвоевременное устранение повреждений дренажа и вызывающих их причин	Внезапные подвижки земляного полотна или грунтового массива в его основании
Закупорка трубопровода	Сложность практического осуществления конструкции Применение смотровых колодцев неудачной конструкции	Несвоевременная очистка смотровых колодцев и выходов дренажа на поверхность Несвоевременный ремонт дренажей	Химико-бактериологические отложения Проникновение в трубопровод корней растений или попадание животных

К механическим повреждениям относятся разрушения дренажных труб, выпусков из дренажей, смотровых устройств и т.д. Механические повреждения возникают, как правило, на небольших по протяжению участках.

При нарушении конструктивной целостности дренажа происходит взаимное смещение его элементов без механических разрушений. К наиболее

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

нежелательным последствиям приводит взаимное смещение дренажных труб, нарушающее непрерывность дренажного трубопровода.

При закупорке дренажного трубопровода целостность дренажа не нарушается. Этот вид неисправностей встречается наиболее часто и служит причиной прекращения работы дренажа. Закупорка дренажа в зависимости от вызывающих ее причин может наблюдаться на всем его протяжении или на небольших участках.

Неисправности дренажей могут быть связаны с рядом природных явлений, к числу которых относятся:

заполнение дренажного трубопровода химико-бактериологическими отложениями;

закупорка трубопровода мелкими животными, проникающими в него на зимнюю спячку при низком расположении выходов из дренажей;

агрессивность воды, протекающей по трубопроводу;

периодическое замораживание и оттаивание;

стихийные бедствия (размывы, подмывы, оползни и т.п.).

Заполнение дренажной траншеи крупным щебнем или камнем без применения геосинтетических материалов может вызвать заиливание дренажного трубопровода. К аналогичным результатам приводит и назначение неоправданно больших размеров водоприемных отверстий в дренажном трубопроводе из керамических труб, а также произвольное назначение размеров пор в трубофильтрах.

Дренажные трубы из керамики и бетона на цементном вяжущем подвержены замораживанию, если они расположены на выходе дренажного трубопровода на поверхность земли. Замораживанию не подвержены трубы из дерева и металла. Агрессивные воды разрушают дренажные трубы, изготовленные на цементном вяжущем. Относительно быстро бетон разрушается водами, имеющими pH < 5,5-6. Защита цементного вяжущего битумными материалами неэффективна. Бактерии, живущие в грунтах, быстро разлагают битумное покрытие.

6.2. Деформации и разрушения нежестких дорожных одежд

Различают деформации и разрушения как отдельно покрытий, так и всей дорожной одежды в целом. К первым относят износ, шелушение, выкрашивание, выбоины, сдвиги, волны, гребенки и трещины покрытия (рис. 6.4). Ко вторым - пучины, просадки, проломы, колеи и разрушения кромок дорожных одежд.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Наиболее часто на проезжей части наблюдаются деформации и разрушения дорожных покрытий.

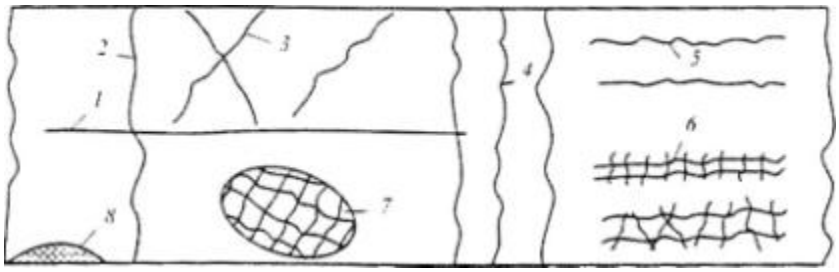


Рис. 6.4. Трещины и разрушения покрытия:
1 - продольные по оси дороги; 2 - поперечные; 3 - косые; 4 - частые поперечные на всю ширину; 5 - продольные по полосам наката; 6 - сетка трещин на пучинистых участках; 7 - сетка трещин на пучинистых участках; 8 - обломы кромок

Износ покрытия (истирание) - уменьшение толщины слоя покрытия в результате потери материала под действием колес автомобилей и природных факторов (см. п. 6.4).

Шелушение - отделение чешуек и частиц материала толщиной 2-5 мм или разрушение поверхности покрытия под действием колес автомобилей, воды и отрицательной температуры воздуха с образованием микронеровностей глубиной до 5 мм. Основной причиной образования является недостаточное сцепление плёнки вяжущего с поверхностью минерального материала (применение вяжущих повышенной вязкости, обработка увлажнённого минерального материала и др.). Особенно интенсивно процесс шелушения протекает в весенний период при частом нагревании верхних слоев покрытия днём и замерзании ночью. Шелушение тем интенсивнее, чем меньше прочность материала покрытия, и развивается быстрее под действием хлоридов, применяемых для борьбы с гололёдом. Хлориды усиливают шелушение покрытий, способствуя выделению скрытой теплоты плавления льда на покрытии, в результате чего оно оттаивает, а потом снова замерзает. Особенно заметно влияние хлоридов на цементобетонных покрытиях с большим содержанием поверхностных пор.

Выкрашивание покрытий - отделение зерен минерального материала покрытия и образование мелких раковин на его поверхности глубиной от нескольких миллиметров до 20 мм. Постепенно развиваясь, выкрашивание распространяется на значительную площадь и является признаком начала поверхностного разрушения покрытия. Остановить этот процесс можно укладкой нового защитного слоя.

Выбоины (ямочность) - местные разрушения покрытия глубиной 20-100 мм и более с резко очерченными краями. Причины выкрашивания покрытий и образования выбоин во многом совпадают. Они возникают прежде всего из-за

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

недостаточной связи между минеральными материалами и органическим вяжущим, недоуплотнения покрытия, загрязнения, использования недоброкачественных материалов (пережог асфальтобетонной смеси, попадание необработанного щебня или песка в смесь и т.д.).

Касательная сила вызывает колебание щебёнок вокруг точки их упора. При многократном воздействии щебёнки постепенно расшатываются и вырываются из покрытия, преодолевая силы трения. Особенно активно процесс образования выбоин развивается в весенний период, чему способствуют чередование положительных и отрицательных температур воздуха и покрытия, наличие воды в порах материала покрытия. Проникая в раковины и микротрещины покрытия под давлением колёс автомобиля, вода оказывает расклинивающее воздействие, которое значительно увеличивается при замерзании её в лёд.

Связи между частицами материала ослабляются и под действием колес автомобиля образуется выбоина, которая может быстро увеличиваться в размерах. Причины образования выбоины рассмотрены в п. 5.4.

Сдвиги - неровности, вызванные смещением материала покрытия при устойчивом основании. Сдвиги образуются чаще всего в местах торможения автомобилей (места остановки, перекрёстки). Под действием касательных сил происходит сдвиг в материалах верхнего слоя либо его сдвиг по поверхности нижнего слоя с образованием поперечных трещин в покрытии на полосах наката. Этому способствует повышенная пластичность материала верхнего слоя (избыток вяжущего или недостаточная теплоустойчивость при высоких температурах). Смещаемый колесом поверхностный слой образует складки и наплывы.

Волны и гребенки - неровности в виде поперечных гребней и впадин с пологими краями, закономерно чередующиеся вдоль покрытия и вызванные смещением верхнего слоя. Формируются, как и сдвиги, в местах торможения автомобилей практически на всех типах покрытий, кроме цементобетонных. Основными причинами волнообразования являются излишняя пластичность материалов, избыток вяжущего или недостаточная теплоустойчивость смеси, дефекты уплотнения, а также систематическое воздействие на покрытие автомобилей одинаковой массы при одинаковой скорости движения.

На покрытиях переходного типа, преимущественно гравийных, поперечные волны образуют **гребёнку** - правильные четко выраженные поперечные выступы, чередующиеся с углублениями.

Трещины на покрытиях бывают различных размеров и формы (см. рис. 6.4). Трещины на асфальтобетонных и других видах покрытий из материалов с органическими вяжущими могут быть одиночные поперечные, продольные и косые или в виде сети трещин.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Трещины поперечные сквозные на всю ширину покрытия (температурные) возникают на покрытии осенью и в начале зимы вследствие резких перепадов температур воздуха и недостаточной сопротивляемости температурным напряжениям. Они закономерно располагаются на проезжей части на определенном расстоянии одна от другой (5-10 м).

Продольные трещины, отстоящие одна от другой на 20-40 см на полосах наката в сочетании с поперечными трещинами через 1-4 м на всю ширину проезжей части, наблюдаются на покрытиях, содержащих органическое вяжущее, устроенных на основаниях из грунтов или каменных материалов, укреплённых минеральными вяжущими (цемент, известь, золы уноса), при недостаточной прочности этих оснований.

Продольные трещины на асфальтобетонных покрытиях часто появляются в месте стыка двух полос укладки покрытия из-за плохого сопряжения этих полос. Продольные трещины по полосам наката возникают при интенсивном движении автомобилей из-за недостаточной прочности отдельных слоев одежды и грунтового основания (недоуплотнение, переувлажнение), превышения нагрузок и интенсивности движения по сравнению с расчетными. Трещины продольно-косого направления возникают, главным образом, вследствие недостаточной прочности дорожной одежды, недоуплотнения грунтов полотна и последующей осадки, особенно на участках с высокой насыпью, а также над трубами.

Сетка трещин с мелкими ячейками на полосах наката размером сторон 10-20 см возникает на дорожном покрытии, как правило, при недостаточной прочности основания на участках оттаивания переувлажненного грунта в весенний период и пучинообразования. При большом числе трещин поверхность покрытия становится похожа на кожу крокодила, из-за чего она получила в некоторых странах название «аллигатор». Основная часть трещин (до 60-70 %) на покрытии возникает в весенний период. Зародышами трещин являются микротрещины, образующиеся на границе «вяжущее-каменный материал». Главной причиной большинства трещин является усталость дорожных одежд, их недостаточная прочность.

Колея - это особый вид деформирования дорожной конструкции (земляного полотна, дорожной одежды с покрытием), в результате которого на поверхности проезжей части образуются углубления вдоль по полосам наката без гребней выпирания или с гребнями выпирания по одной или обеим сторонам этих углублений. Колея может охватывать как слой покрытия, так и все другие слои дорожной одежды и грунты активной зоны земляного полотна (см. п. 5.5). Колеи могут образоваться на всех видах покрытий и дорожных одежд, но интенсивность их образования и глубина колей различны.

По форме поперечного профиля проезжей части можно выделить колеи в виде: углублений по полосам наката: углублений по полосам наката с одним гребнем или горбом выпирания; углублений по полосам наката с двумя и тремя гребнями

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

выпирания; углублений по полосам наката с общим проседанием поверхности проезжей части и др. (рис. 6.5). Общая глубина колеи может колебаться в широких пределах 2-150 мм и более. При прочном земляном полотне и основании на асфальтобетонном покрытии колея может образоваться за счет ускоренного износа материала верхнего слоя покрытия по полосам наката и за счёт накопления пластических деформаций в слоях асфальтобетона. В реальных условиях результат этих процессов колееобразования суммируется.

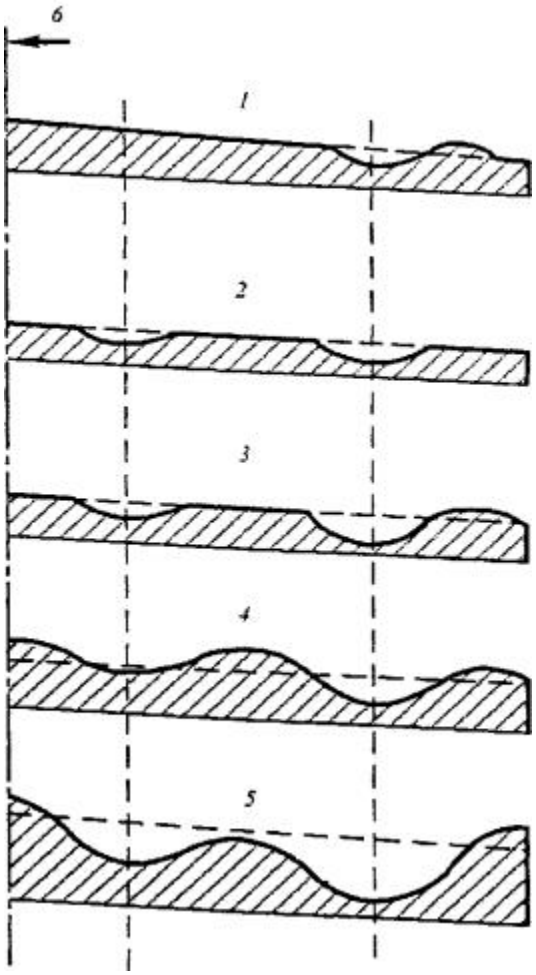


Рис. 6.5. Виды колей:
1,2 - углубление по полосам наката; 3,4 - углубление с одним и двумя гребнями выпирания; 5 - углубление с общим проседанием поверхности проезжей части

Деформации и разрушения всей конструкции дорожной одежды - это пучины, просадки, проломы, колеи, разрушение кромок и др.

Пучины - взбугривание проезжей части, вызванное влагонакоплением и последующим промерзанием в земляном полотне. В месте взбугривания образуется сетка трещин с характерной ромбической формой отдельностей (см. гл. 4).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Просадки - деформации одежды в виде впадин глубиной 50-100 мм и более с пологой поверхностью, но без выпучивания и образования трещин на прилегающих участках. Возникают в местах пониженной прочности слоев одежды и грунта при увлажнении. Просадки могут наблюдаться в первые годы эксплуатации дороги при неблагоприятных грунтовогидрологических условиях, вследствие недостаточного уплотнения земляного полотна и слоев одежды, а также при появлении в составе движения тяжёлых автомобилей, на которые дорожная одежда не была рассчитана.

Проломы - разрушения одежды в виде более или менее длинных прорезей глубиной до 100 мм по полосам наката и выпучиваний сбоку высотой 50-100 мм. Различают мокрые проломы, которые образуются вследствие переувлажнения и пластического течения материала слоев основания и грунта, и сухие - прорезание всех слоев одежды под действием вертикальной силы при недостаточной толщине конструкции и слабом уплотнении слоев и грунтов земляного полотна.

Разрушение кромок - отдельные трещины и сетки трещин вдоль кромок, откол, искажение поперечного профиля прикромочных полос. Разрушение кромок происходит вследствие пониженной прочности прикромочных полос проезжей части (заниженная толщина слоев одежды у кромок, повышенная влажность грунта основания под кромкой) и отсутствия укрепительных полос со стороны обочин.

Наличие деформаций и разрушений всей конструкции дорожной одежды чаще всего свидетельствует о недостаточной прочности дорожной одежды и земляного полотна, о превышении фактической интенсивности движения над расчётной.

6.3. Деформации и разрушения цементобетонных покрытий

Цементобетонные покрытия работают в условиях сложного напряжённого состояния под действием повторных динамических нагрузок от автомобилей и переменных температурно-влажностных полей. При нагревании или охлаждении плит покрытия они стремятся изменить свои линейные размеры, но из-за сопротивления свободному перемещению по основанию возникают температурные напряжения в покрытии.

При изменении температуры по толщине цементобетонного покрытия плиты коробятся выпуклостью вниз (ночью) или вверх (днём) в зависимости от направления теплового потока. При несостоявшихся деформациях коробления в плитах также возникают температурные напряжения, величина которых зависит от собственной массы плит покрытия и их геометрических размеров.

Условия работы цементобетонного покрытия в разных его зонах (в центре, на краю, на торце, на углу плиты, на полосе наката и т.д.) являются существенно неоднородными. Это создает условия для накопления остаточных деформаций оснований под периферийной частью плит покрытия по всему периметру и для

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

частичного нарушения контакта их нижней поверхности с основанием, особенно в зонах края и поперечных швов. В результате образуются зависающие участки плиты, в которых резко возрастают отрицательные изгибающие моменты при расположении нагрузки над швом.

К характерным деформациям и разрушениям цементобетонных покрытий относятся шелушение и выкрашивание поверхностного слоя бетона, трещины, выбоины, отколы углов и краев плит, вертикальные смещения плит, коробление, разрушение стыковых соединений и заполнителей швов.

Шелушение - механическое отделение частичек верхнего слоя покрытия в виде чешуи толщиной 2-5 мм или тонких лещадок толщиной до 40 мм.

Выкрашивание - отделение мелких частиц составляющих материалов (песка, щебня, цементного камня).

Основной причиной шелушения и выкрашивания покрытий является нарушение связности и прочности сцепления цементного камня и заполнителя в бетоне. Это может быть следствием нарушения технологии укладки бетона (укладка и твердение бетона при температуре ниже +5°С, заглаживание поверхности свежеуложенной смеси с добавлением воды, цемента или песка, излишнее вибрирование смеси, неправильный уход за свежеуложенным цементобетоном), а также низкого качества материалов. Другой причиной шелушения и выкрашивания может быть многократное приложение тяжёлых нагрузок в одном и том же месте в сочетании с резкими перепадами температуры на поверхности при частом замораживании и оттаивании в зимний и осенний периоды года.

Шелушение и выкрашивание поверхности покрытия является наиболее распространённым видом дефектов. Они опасны тем, что задерживают воду на поверхности, что способствует дальнейшему разрушению покрытия в период заморозков и оттаивания, а также тем, что создают участки покрытия с различными сцепными качествами.

Выбоины - местные разрушения в виде углублений различных форм и размеров в плите глубиной до 8-10 см. Причиной их образования может стать недостаточная прочность поверхностного слоя на отдельных участках покрытия, а также дальнейшее развитие уже имеющихся поверхностных разрушений (выкрашивание) в результате воздействия часто повторяющихся динамических нагрузок от колёс автомобилей, которые могут возрастать до 50 % от статической.

Раковины - это разрушения поверхности покрытия, по своему виду похожие на выбоины, только меньших размеров. Они образуются как результат развития процесса выкрашивания при попадании в верхний слой неморозостойких крупных заполнителей или инородных материалов, которые быстро разрушаются и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

выбиваются из покрытия. Раковины могут образовываться из-за недоуплотнения цементобетонной смеси и плохой отделки покрытия.

Трещины цементобетонных покрытий могут быть поперечными, продольными и косыми; волосными, поверхностными и сквозными.

Волосные трещины хорошо заметны при влажном покрытии, образуются преимущественно вследствие усадки цементобетона при его твердении из-за плохо подобранного состава смеси и неправильного ухода за свежеуложенным цементобетоном, а также в результате скопления и замерзания влаги в мельчайших порах верхнего слоя покрытия. Поверхностные трещины бывают усадочного и температурного происхождения. Последние могут возникнуть при короблении плит.

Сквозные трещины появляются в результате перенапряжения при недостаточной несущей способности покрытия. Снижение несущей способности покрытия может произойти из-за переувлажнения грунтов земляного полотна, просадки грунта из-за плохого уплотнения, из-за перегрузки покрытия при пропуске тяжёлых нагрузок и т.д.

Поперечные сквозные трещины образуются при больших расстояниях между швами и в тех случаях, когда произошло сцепление бетонных плит с основанием и они не могут перемещаться при температурных изменениях. Это температурные трещины. Продольные сквозные трещины возникают при неоднородно уплотнённом земляном полотне, когда края, уплотнённые меньше, начинают давать осадку. Косые трещины проявляются над местными пустотами, осадками земляного полотна и при недостаточно прочных покрытиях. Наличие сквозных трещин в цементобетонных покрытиях обычно служит признаком недостаточной прочности и начала разрушения.

Опасность сквозных трещин состоит в том, что они снижают несущую способность цементобетонных покрытий и создают условиях для проникновения воды в грунтовое основание.

Отколы углов и краев плит происходят в результате воздействия нагрузок и температуры при недостаточной прочности угловых и краевых участков плит. Причиной отколов углов и краёв является: недоуплотнение цементобетонной смеси на этих участках, неправильная установка штырей (перекос или размещение в разных уровнях), ослабление прочности основания вследствие проникания воды через швы или через обочины (рис. 6.6). На армированных плитах отколы особенно опасны, так как при этом обнажаются верхние концы арматуры, которые могут разорвать шины колес автомобилей.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

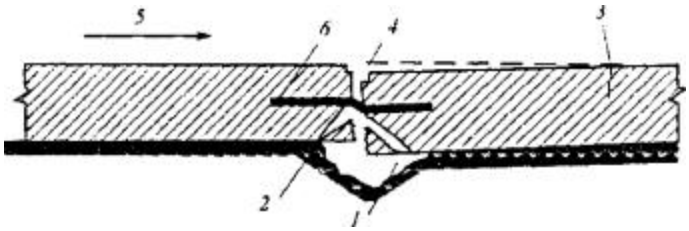


Рис. 6.6. Схема разрушения бетонного покрытия в шве:
1 - деформация основания; 2 - разлом; 3 - трещина; 4 - уступ; 5 - направление движения транспортных средств; 6 - арматура

Сколы кромок плит в зоне швов и стыков возникают из-за недостаточной прочности верхнего слоя краевых участков плит под действием нагрузок от колес автомобилей. Скалывание кромок плит может происходить летом при высоких температурах, когда плиты сильно удлиняются, а их кромки сближаются вплотную настолько, что происходит коробление, в кромках плит возникает перенапряжение и происходит скол кромок.

Локальное или местное скалывание кромок плит часто происходит при засорении швов щебнем, гравием и т.п.

В систематизированном виде характерные наиболее распространённые деформации и разрушения цементобетонных покрытий автомобильных дорог представлены в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Наиболее распространенные деформации и разрушения цементобетонных покрытий автомобильных дорог

Вид	Характеристика и характер распространения	Наиболее вероятные причины возникновения
А. Деформации и разрушения покрытия		
Трещины	1. Поперечные сквозные: а) технологические	Несвоевременная и некачественная нарезка деформационных швов

	б) эксплуатационные	Изменение температуры покрытия при большем, чем допустимо, расстоянии между швами сжатия и расширения; эксплуатация транспортными средствами с нагрузками, превышающими несущую способность покрытия; приложение нагрузки при слабом контакте покрытия с основанием
	2. Поперечные поверхностные	Воздействие транспортных средств при короблении плит от неравномерного распределения температуры по толщине покрытия
	3. Поперечные на краевых участках плит вдоль швов	Некачественная нарезка деформационных швов; неправильная установка штыревых соединений
	4. Продольные сквозные	Дефекты в устройстве продольных швов; неоднородные деформации земляного полотна
	5. Косые на угловых участках плит	Недостаточный контакт плиты с основанием; повышенные напряжения в плите при проезде транспортных средств
	6. Волосные усадочные	Неудовлетворительный подбор состава бетонной смеси; несоблюдение правил ухода за бетоном покрытия; недостаточный защитный слой бетона над арматурой
Вертикальные смешения плит	Образование неровностей (уступы, просадки)	Некачественное уплотнение подстилающего грунта или основания; пучение грунта зимой; вымывания материала основания из-под покрытия

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Разрушение кромок плит	Местное смятие и обрушение поверхности кромок в зоне деформационных швов. Скалывание краевых участков плит	Отсутствие швов расширения; засорение деформационных швов; наличие уступов между соседними плитами
Разрушение заполнителя швов	Выкрашивание герметизирующего материала, удаление его из шва колесами автомобилей	Старение герметизирующего материала; плохая деформативность при отрицательных температурах; низкая термоустойчивость; значительные вертикальные и горизонтальные смещения кромок плит
Коробление плит	Потеря продольной устойчивости плит покрытия	Отсутствие свободы перемещения плит при температурных напряжениях; некачественное выполнение стыковых соединений; высокие годовые колебания температуры воздуха
Б. Деформации и разрушения поверхности плит при достаточной прочности дорожной одежды		
Износ (истирание)	Уменьшение толщины покрытия при воздействии транспортных средств. Возникает на участках торможения автомобилей, на спусках, перед кривыми, на перекрёстках, на участках с интенсивным тяжёлым движением	Недостаточная износостойкость покрытия
Шелушение и выкрашивание	Отслоение чешуи цементного камня с последующим выкрашиванием заполнителя на глубину до 40 мм: Сплошное	Нарушение технологии приготовления и укладки бетонных смесей; низкое качество ухода за твердеющим бетоном; использование противогололёдных химических реагентов, раннее замораживание бетона покрытия; сочетание интенсивного приложения колесных нагрузок (особенно с шипованными шинами) с

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	Очаговое Вдоль швов	частыми циклами попеременного замораживания и оттаивания бетона
Выбоины	Местные разрушения покрытия овальной и круглой формы диаметром 5-10 см в плане и глубиной до 10 см	Недостаточное сопротивление покрытия касательным усилиям от транспортных средств; непрочное сцепление цементного камня с заполнителем; наличие грязного и неморозостойкого заполнителя в бетоне; низкое качество уплотнения отдельных участков покрытия
Раковины	Местные разрушения покрытия. Имеют такую же форму, как и выбоины, но меньших размеров	Применение неморозостойких крупных заполнителей; некачественная отделка поверхности покрытия и недоуплотнение бетонной смеси
В. Разрушение дорожной одежды		
Проломы	Полное разрушение дорожной одежды с резким искажением поперечного профиля	Низкая прочность дорожной одежды в сравнении с требуемой по условиям движения
Просадки и вспучивание	Резкие искажения профиля покрытия, сопровождающиеся продольными и косыми пересекающимися трещинами	Переувлажнение грунтов земляного полотна; наличие пучинистых грунтов; глубокое промерзание земляного полотна

6.4. Износ дорожных покрытий и его причины

Наибольшее влияние на износ покрытий оказывают движущиеся автомобили. Под нагрузкой, передаваемой на колесо, шина деформируется (рис. 6.7). При этом на участке входа шины в зону контакта с покрытием в шине происходит сжатие, а на выходе из контакта - расширение. Путь, проходимый точкой на шине в плоскости контакта l_1, меньше, чем вне его l. Поэтому в плоскости контакта точка движется с ускорением, большим по сравнению с тем, как она двигалась до входа в контакт с покрытием. В то же время угловая скорость а в секторах практически

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

одна и та же. Поэтому точка проходит по покрытию путь определённой длины с проскальзыванием вместо одного качения.

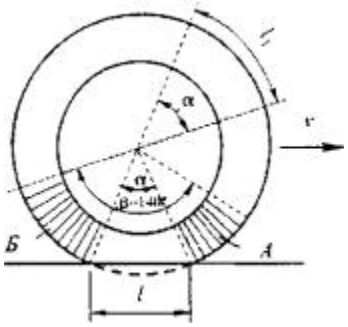


Рис. 6.7. Деформации шины колеса, способствующие износу покрытия:
А - зона сжатия, Б - зона растяжения

Под действием этих усиленных касательных напряжений в плоскости следа происходит истирание покрытия и шины автомобиля. Наибольшие касательные усилия и наибольший износ возникают при торможении автомобиля. Износ при движении грузовых автомобилей примерно в 2 раза больше, чем при движении легковых. Чем больше прочность материала покрытия, тем меньше и равномернее по ширине износ покрытия. На покрытиях из малопрочных материалов интенсивность износа значительно выше, чаще образуются колеи и выбоины. Применение изверженных пород для щебня взамен осадочных уменьшает износ на 60 %. Увеличение содержания битума с 5 до 7 % снижает износ на 50-80 %.

Износ покрытия в пределах проезжей части и толщины покрытий происходит неравномерно и на покрытии образуются колеи истирания по полосам наката, глубина которых может колебаться от нескольких миллиметров до 40-50 мм. В таких колеях во время дождя создается значительный слой воды, что проводит к снижению сцепных качеств покрытия и аквапланированию.

Средняя величина износа по всей площади покрытия $h_{ср}$, мм, составляет:

$h_{ср} = k \times h_н$, мм, где
(6.1)

k - коэффициент неравномерности износа, в среднем равен 0,6-0,7;

$h_н$ - величина износа в полосе наката, мм.

Для усовершенствованных покрытий износ измеряют в мм, а для покрытий переходного типа также и по объему потери материала в $м^3$/км.

Особенности износа шероховатых дорожных покрытий. Износ шероховатой поверхности дорожных покрытий проявляется в уменьшении высоты и в

шлифовании неровностей макрошероховатостей. Уменьшение макрошероховатости покрытий под действием колёс автомобилей происходит в два этапа (см. рис. 7.3). На первом этапе сразу после окончания строительства шероховатость покрытия уменьшается за счёт погружения зёрен щебня слоя износа в нижележащий слой покрытия. Величина этого погружения зависит от интенсивности и состава движения, размера щебня и твёрдости покрытия. Твердость покрытия оценивают глубиной погружения иглы твердометра и для асфальтобетонных покрытий делят на: очень твёрдые - 0-2 мм; твёрдые - 2-5 мм; нормальные - 5-8 мм; мягкие - 8-12 мм; очень мягкие - 12-18 мм. Цементобетонные покрытия обладают абсолютной твёрдостью.

Определение износа покрытий расчётом. Среднее значение уменьшения толщины дорожных покрытий в год вследствие износа может быть определено по формуле проф. М.Б. Корсунского (следует отметить, что указанные исследования выполнялись более 50 лет тому назад и количественные значения их результатов мало применимы к современным дорогам и автомобилям):

$$h = a + b \times B \quad (6.2)$$

или

$$h = a + \frac{b \cdot N}{1000}, \quad (6.3)$$

где

h - годовой износ покрытия, мм;

a - параметр, зависящий в основном от погодоустойчивости покрытия и климатических условий;

b - показатель, зависящий от качества (в основном прочности) материала покрытия, степени его увлажнения, состава и скорости движения;

B - грузонапряжённость движения, млн. брутто-тонн в год; N » $0{,}001 \times B$ (N - интенсивность движения, авт./сут).

Износ покрытия за T лет с учётом изменения состава и интенсивности движения в перспективе по геометрической прогрессии можно определить по формуле

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$h_T = a \cdot T + \frac{b \cdot N_1}{1000} \cdot \frac{(K \cdot q_1)^T - 1}{K \cdot q_1 - 1},$$ где

(6.3)

h_T - износ покрытия за T лет, мм;

N_1 - интенсивность движения в исходном году, авт./сут;

K = 1,05-1,07 - коэффициент, учитывающий изменение в составе движения;

q_1 - показатель ежегодного роста интенсивности движения, $q_1 > 1,0$.

Значения параметров a и b приведены в табл. 6.6.

Таблица 6.6

Покрытия	a, мм	b, мм/млн. брутто-тонн	[h], мм, с учётом неравномерности истирания
Асфальтобетонные	0,4-0,6	0,25-0,55	10
Щебеночные и гравийные, обработанные вязкими органическими вяжущими, восстанавливаемые:			
двойной поверхностной обработкой	1,3-2,7	3,5-5,5	25
одиночной поверхностной обработкой	1,4-2,8	4,0-6,0	12
Щебеночные:			
из прочного камня	4,5-5,5	15,0-20,0	40

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

из слабопрочных каменных материалов	5,5-6,5	19,0-25,0	50
Гравийные:			
из прочного гравия	3,0-4,0	16,0-22,0	50
из слабопрочного гравия	4,0-6,0	20,0-30,0	70

Примечания. 1. Средние значения *a* и *b* принимают для дорог, расположенных в зоне умеренного увлажнения (III дорожно-климатическая зона) и построенных из каменных материалов, удовлетворяющих требованиям стандартов. 2. Для дорог с усовершенствованными покрытиями, расположенных в зоне избыточного увлажнения (II дорожно-климатическая зона), принимают верхние пределы, а для дорог, расположенных в районах с сухим климатом (IV и V дорожно-климатические зоны), - нижние пределы значений *a* и *b*. 3. Для дорог с щебёночными и гравийными покрытиями, расположенных в зоне избыточного увлажнения, принимают нижние пределы, а в районах с сухим климатом - верхние пределы *a* и *b*. 4. Если ширина проезжей части превышает 7,0 м, то значение *b* уменьшают на 15 %, а если она меньше 6,0 м, то *b* увеличивают на 15 %.

В последние годы для повышения устойчивости движения автомобилей стали применять шины с шипами или цепями. Опыт показывает, что это резко увеличивает износ покрытий на дорогах.

В момент соприкосновения с покрытием каждый шип наносит удар с большой скоростью. Шип имеет очень маленькую массу, но многократное повторение этих ударов по одному месту способствует ослаблению верхнего слоя покрытия. Большее истирающее воздействие оказывает шип, выходящий из зоны контакта, где шина вместе с шипом проскальзывает по поверхности покрытия, истирая его.

Продолжительность износа асфальтобетонных покрытий при эксплуатации шин с цепями и шипами сокращается в 2-3 раза. Даже на покрытиях из высокопрочного литого асфальтобетона на автомагистралях ФРГ, по которым движутся автомобили, оснащённые шинами с шипами, через 1-2 года образуются колеи по полосам наката глубиной до 10 мм.

Поэтому в условиях эксплуатации дорог России использование шин с шипами и цепями противоскольжения на дорогах общего пользования должно быть строго ограничено.

В качестве критерия предельного состояния дорожного покрытия по износу может быть принята величина допустимого износа $H_и$: для асфальтобетонных

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

покрытий 10-20 мм; для щебёночных и гравийных, обработанных органическими вяжущими - 30-40 мм; щебёночных из прочного щебня - 40-50 мм, гравийных - 50-60 мм.

Исходя из этого дорожно-эксплуатационные организации при приёмке дорог после строительства или ремонта с усилением должны требовать от строителей, чтобы покрытие имело толщину больше расчётной из условия прочности на величину допустимого износа, т.е.

$h_n = h_{np} + H_u$, мм, где
(6.5)

h_{np} - расчетная толщина покрытия из условия прочности дорожной одежды, мм.

Измерение износа. Ежегодный износ в долях мм цементобетонных, асфальтобетонных и других монолитных покрытий измеряют при помощи реперов, закладываемых в толщу покрытия, и износомера. При этом способе измерения износа в покрытие предварительно закладывают реперы-стаканчики из латуни. Дно стаканчика служит поверхностью, от которой выполняют отсчёт.

Износ определяют также с помощью пластин (марок) трапецеидальной формы из известняка или мягкого металла, заделываемых в покрытие и истирающихся совместно с ним. Для определения износа покрытий могут быть использованы различного рода электрические или георадарные приборы, применяемые для измерения толщины слоев в слоистых полупространствах.

Располагая данными о фактическом износе покрытия и предельно допустимом износе, определяют коэффициент изношенности покрытия.

ГЛАВА 7. Закономерности изменения основных транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог

7.1. Общий характер изменения прочности дорожных одежд в процессе эксплуатации

Прочность дорожных одежд является важнейшим транспортно-эксплуатационным показателем, влияющим на технический уровень и эксплуатационное состояние автомобильной дороги и, в частности, определяющим способность дорожных конструкций сопротивляться многократно повторяющемуся воздействию нагрузок от проезжающих транспортных средств и обеспечивать эффективность перевозочного процесса в течение межремонтного срока службы. Транспортные средства воздействуют на дорогу одновременно с

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

факторами, зависящими от природно-климатических условий (водой, температурой, ветром, солнечной радиацией).

В годовом цикле изменения водно-теплового режима земляного полотна выделяют четыре характерных периода: первоначальное накопление влаги осенью; промерзание, перераспределение и накопление влаги в земляном полотне зимой; оттаивание земляного полотна и переувлажнение грунта весной; просыхание земляного полотна летом.

Весной (обычно в апреле-мае) в начале оттаивания земляного полотна грунт наиболее увлажнён и разуплотнён (W » [0,85-1,0]W_T; $K_{пл}$ = 0,85, где W_T - влажность грунта на границе текучести; $K_{пл}$ - коэффициент уплотнения). Нагрев поверхности дороги солнцем весной вызывает поток тепла в конструкцию, который приводит к просыханию и уплотнению верхних слоев земляного полотна. По мере оттаивания увеличивается влажность грунта и снижаются прочностные характеристики дорожной конструкции. Данные рис. 7.1 свидетельствуют, что с увеличением глубины оттаивания увеличивается и прогиб дорожной одежды под нагрузкой. Максимальные деформации наблюдаются только в момент полного оттаивания грунта земляного полотна. По мере просыхания земляного полотна прогиб резко уменьшается, свидетельствуя о повышении несущей способности дорожной конструкции.

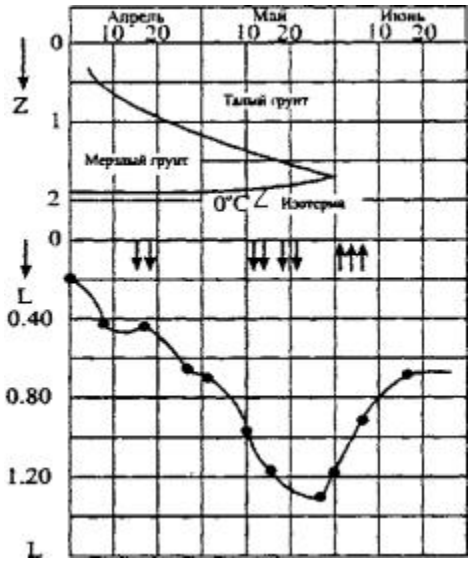


Рис. 7.1. Изменение прогиба дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием в весенний период по мере оттаивания грунта земляного полотна (данные Р.С. Нордала, Норвегия).
Стрелками показаны дождливые и сухие периоды (Z - глубина оттаивания, м; L - прогиб, мм)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Весенний период наибольшего ослабления дорожной одежды рассматривается в качестве расчётного периода с продолжительностью от 20-30 суток до 1,5-2 месяцев в зависимости от региональных условий Российской Федерации. Особенности определения расчётного периода изложены в разделе 20.2 применительно к сезонному ограничению движения транспортных средств по осевым нагрузкам.

В этих условиях в качестве обобщённого критерия прочности нежёстких конструкции используют величину прогиба под нагрузкой или рассчитываемый по его величине эквивалентный модуль упругости. Дорожные одежды считаются прочными, если обеспечивается коэффициент прочности

$$K_{пр} = \frac{E_{ф}}{E_{тр}} \geq 1$$

в пределах межремонтного срока службы (где $E_{ф}$ и $E_{тр}$ соответственно фактический и требуемый модули упругости).

Расчётные требуемые модули упругости [107], полученные с учётом результатов многолетних испытаний дорожных одежд, назначают на требуемую перспективу t (1-20 лет) в зависимости от конкретно решаемых задач:

$$E_{тр} = E_{ср} \cdot K_{пр} \cdot K_{рег} \cdot K_{сц} \cdot \frac{K_{г}}{X_{i}}, \text{МПа},$$

(7.1)

$$E_{ср} = A + B\left[\lg\left(\gamma \cdot \omega^{n} \cdot N_{1}\frac{q^{t}-1}{q-1}\right)-1\right], \text{МПа},$$

(7.2)

где

A, B, g - эмпирические параметры, характеризующие закономерности изменения требуемых модулей упругости от перспективной интенсивности движения;

$w°$ - коэффициент, учитывающий влияние погодно-климатических факторов на агрессивность воздействия расчётных автомобилей;

N_1 - интенсивность движения расчётных нагрузок на полосу в первый год эксплуатации, авт/сут. Состав движения приводят к расчётному двухосному автомобилю с осевой нагрузкой на заднюю ось 100 кН (удельное давление в плоскости контакта колеса с покрытием - 0,6 МПа) с учётом типа дорожной одежды;

$K_{пр}$ - коэффициент относительной прочности дорожной одежды, принимаемый в зависимости от типа дорожной одежды и категории дороги;

$K_{рег}$ - региональный коэффициент, зависящий от дорожно-климатической зоны;

K_z - коэффициент, зависящий от фактической интенсивности движения;

K_{cu} - коэффициент, учитывающий сопротивление конструктивных слоев сдвигу и растяжению при изгибе;

X_i - параметр, характеризующий отклонение расчётного модуля упругости от среднего в статистической выборке и принимаемый в зависимости от расчётной надёжности дорожной одежды.

Находящиеся в эксплуатации дорожные одежды представляют собой некоторую систему со случайным распределением прочностных свойств по длине автомобильной дороги, подчиняющимся закону нормального распределения (Апестин В.К., Шак А.М., Яковлев Ю.М. Испытание и оценка прочности нежёстких дорожных одежд. - М.: Транспорт, 1977. - 102 с). Это обусловлено неоднородностью физико-механических свойств материалов конструктивных слоев дорожной одежды и земляного полотна, некоторым колебанием толщин конструктивных слоев за счёт допусков, принимаемых при строительстве и ремонте автомобильной дороги, а также воздействием автомобильного движения и погодно-климатических факторов, носящим случайный характер.

В этих условиях фактическое состояние дорожных одежд оценивают фактическим модулем упругости $E_ф$, определяемым по величине прогиба $l_ф$, соответствующего расчётному уровню надёжности $K_н$ или допустимой вероятности повреждения покрытия $[r] = 1 - K_н$ в конце расчётного (межремонтного) срока службы (рис. 7.2):

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$E_ф = 0{,}36\frac{Q_k}{l_ф}, \text{МПа},$$ где

(7.3)

Q_k - вертикальная нагрузка, кН;

$l_ф$ - прогиб, см.

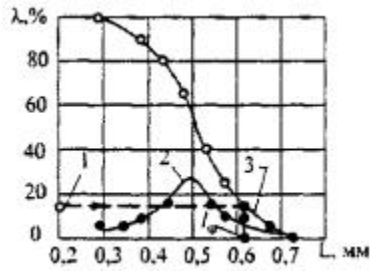


Рис. 7.2. Определение фактического состояния дорожной одежды по прочности по результатам её полевых испытаний вертикальной нагрузкой [107]:
1 - уровень, соответствующий допустимой вероятности повреждения покрытия; 2 - кривая распределения прогибов покрытия на характерном участке дороги; 3 - кумулятивная кривая; l - накопленная частость; L - величина i-того прогиба; $l_ф$ - то же, соответствующего допустимой вероятности повреждения покрытия

Под воздействием погодно-климатических факторов фактическое состояние дорожной одежды и грунтов земляного полотна непрерывно изменяется, причем каждая точка конструкции вдоль дороги имеет свою собственную закономерность (рис. 7.3). Учитывая это, для получения фактической закономерности изменения прочности дорожной одежды во времени следует ориентироваться не на случайно выбранные точки, а только на те места конструкции, которые характеризуются величиной прогиба, соответствующего допустимой вероятности повреждения покрытия.

В связи с естественной неоднородностью дорожной конструкции внезапного её отказа под воздействием движения и погодно-климатических факторов не происходит в процессе эксплуатации. Изменение состояния дорожной одежды по прочности происходит постепенно во времени по мере развития в конструкции различных дефектов и повреждений. Показательно, что характер растрескивания одинаков для жёстких и нежёстких покрытий. Различие только в отношении объёма повреждений (Апестин В.К., Дудаков А.И. Влияние построечного транспорта на состояние покрытия в процессе его устройства // Автомобильные дороги. - 1977. - № 7).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

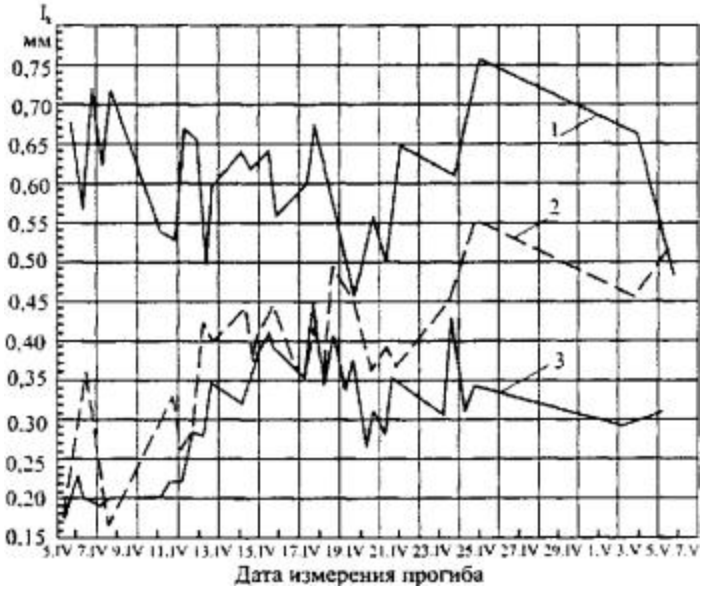


Рис. 7.3. Закономерности изменения обратимого прогиба l_k дорожной конструкции с асфальтобетонным покрытием в весенний период времени на дорогах Московской области под воздействием погодно-климатических факторов
1,2,3 - закономерности для разных контрольных точек

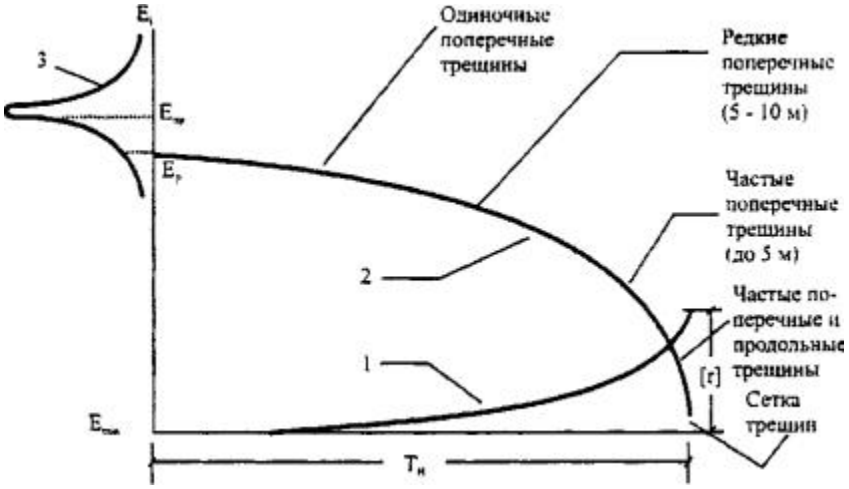


Рис. 7.4. Закономерности снижения расчётных (требуемых) модулей упругости дорожной конструкции и повышения вероятности разрушения (сетка трещин [107]) покрытия:
1 - изменение вероятности повреждения покрытия в пределах периода 2 - изменение модуля упругости дорожной конструкции в пределах срока службы дорожной одежды, 3 - кривая распределения модулей упругости дорожной конструкции;
$E_{np} = E_{cp}$ - проектный наиболее вероятный модуль упругости дорожной конструкции; E_{min} - предельно допускаемый модуль упругости в конце расчётного

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

срока службы дорожной одежды, МПа; $E_p = E_{mp}$ - расчётный (требуемый) модуль упругости дорожной одежды и земляного полотна, МПа; [r] - допустимая вероятность повреждения покрытия

С выработкой запасов прочности дорожных одежд происходит постепенное снижений модулей упругости конструкции (рис. 7.4) и переход системы в предельное состояние в виде сетки трещин [107], определяемое расчётной надёжностью конструкции. Закономерность снижения, полученная на основе решения (7.2), определяется зависимостью [17], согласующейся с результатами полевых испытаний, проведённых в России и за рубежом:

$$E_{\phi} = A + B\left[\lg\left(\gamma \cdot \varpi^{\circ} \cdot N_1 \frac{q^{T_н} - q^{t_1}}{q-1}\right) - 1\right], \text{МПа},$$

где

(7.4)

$T_н$ - расчётный (межремонтный) срок службы дорожной одежды, запасы прочности которой определены решением (7.1).

Формула (7.4) справедлива при величине выражения под логарифмом ³ 5.

Модули упругости конструкции, соответствующие моменту образования различных дефектов, могут быть определены (Апестин В.К. К вопросу определения несущей способности дорожной одежды: Тезисы докладов Республиканской н-т конференции «Проблемы дорожного строительства». - Суздаль, 1996. - С. 76-77.) следующим эмпирическим выражением [17]:

$E_{ф} = h \cdot (E_p - E_{min}) + E_{min}$, МПа.

(7.5)

Значения коэффициента h приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

h	Вид дефекта	Вероятность повреждения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1,0	Нет дефектов	0
0,95	Одиночные поперечные трещины	0
0,90	Отдельные поперечные трещины с расстоянием не менее 10 м	0,1·[*r*]
0,85	Редкие поперечные трещины с расстоянием от 5 до 10 м	0,3·[*r*]
0,50	Частые поперечные трещины с расстоянием от 1 до 5 м	0,7·[*r*]
0,25	Частые поперечные трещины с одиночными продольными по полосе наката	0,9·[*r*]
0	Сетка трещин	[*r*]

П р и м е ч а н и е. Объём повреждения определяется по вероятности [*r*], соответствующей расчётному уровню надёжности дорожной одежды.

В соответствии с [107]

$$E_{min} = \left(\frac{A}{1{,}15} \cdot K_{np} \cdot K_{per} + \Delta \right) \cdot K_n,$$ где

(7.6)

A - эмпирический показатель, принимаемый для условий статического и кратковременного нагружения дорожной одежды соответственно 125 и 145 МПа.

Оценку изменения состояния жёстких дорожных одежд с цементобетонными покрытиями по критерию трещиностойкости в процессе эксплуатации не выполняют в связи с трудоёмкостью определения фактических суммарных напряжений в плитах покрытия от совместного действия температуры и транспортной нагрузки. В производственных условиях [95] ограничиваются

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

сравнением фактической толщины покрытия $H_ф$ с требуемой по условиям движения $H_{тр}$. Дорожная одежда с цементобетонным покрытием считается прочной, если обеспечивается следующий коэффициент прочности:

$$K_{пр}^{ж} = \frac{H_ф}{H_{тр}} \geq 1.$$

(7.7)

7.2. Динамика изменения ровности дорожных покрытий в зависимости от начальной ровности и грузонапряжённости

Ровность дорожных покрытий в соответствии с Техническими правилами ремонта и содержания дорог [95] рассматривается как один из основных транспортно-эксплуатационных показателей, определяющих технический уровень и эксплуатационное состояние автомобильных дорог, непосредственно влияющий на эффективность перевозок грузов и пассажиров, удобство и безопасность дорожного движения.

Имеются два основных фактора, определяющих ровность дорожного покрытия и динамику её изменения в процессе эксплуатации:

технология производства работ (с учётом качества производства работ и используемых материалов) при строительстве и ремонте дорожной одежды и земляного полотна, определяющие начальную ровность дорожного покрытия;

воздействие движения и погодно-климатических факторов, вызывающих естественные процессы образования микротрещин и накопления остаточных деформаций в слоях дорожной одежды, проявляющихся в конечном итоге развитием сквозных трещин на дорожном покрытии (см. рис. 7.4), образованием просадок и колеи по мере снижения несущей способности дорожных конструкций и достижения предельного состояния дорожной одежды.

Комплексное влияние этих факторов на ровность дорожного покрытия может учитываться эмпирическими зависимостями от прочности дорожных конструкций типа [6]:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$S_t = S_0 \cdot \left[1 + c \cdot E_{\min}^{d} \left(nN_1 \frac{q^t - 1}{q - 1} \right)^{a \cdot E_{\min}^{d}} \right],$$ где

(7.8)

S_t и S_0 - прогнозируемое и начальное (после сдачи дороги в эксплуатацию) значения ровности дорожного покрытия по толчкомеру, см/км;

a, b, c, d - эмпирические коэффициенты для дорожных одежд капитального типа: a = 0,02; b = 0,7; $c = 6{,}7 \cdot 10^9$; d = -5,65;

n - количество расчётных дней в году, n = 365 дн.

N_1 - интенсивность движения в первый год службы, приведённая к расчётной нагрузке;

q - показатель роста интенсивности движения во времени t;

E_{min} - минимальный модуль упругости с заданной надёжностью при односторонней доверительной вероятности, МПа:

$$E_{\min} = \overline{E}(t) - t_н \cdot \sigma_E(t),$$ где

(7.9)

$\overline{E}(t)$ - математическое ожидание модуля упругости;

$t_н$ - нормированное отклонение;

s_E(t) - среднеквадратическое отклонение модуля упругости.

Имеется также решение, прогнозирующее состояние покрытия по ровности в зависимости от изменения грузонапряжённости на автомобильной дороге

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

(Слободчиков Ю.В. Обоснование оценочных показателей выбора ремонтной стратегии автомобильных дорог с дорожными одеждами нежесткого типа в изменяющихся условиях эксплуатации. - М.: Информавтодор, 1994. - 189 с):

$S_t = a \cdot Q_t + b$, где
(7.10)

a - эмпирический параметр, учитывающий региональные условия работы дороги (Северный Казахстан). Для средних условий a = 23,5;

b - параметр, характеризующий начальную ровность асфальтобетонного покрытия по толчкомеру после проведения дорожных работ (*b* = 90 см/км);

Q_t - грузонапряжённость в млн. брутто тонн за *t* лет эксплуатации дороги:

$$Q_t = 365 \sum_{1}^{t} \left[N_t \sum_{1}^{v} \left(Q_i + \Gamma_i \cdot \gamma_i \cdot \lambda_i \right) \cdot p_i \right],$$ где
(7.11)

N_t - среднегодовая суточная интенсивность движения в *t*-ом году, авт./сут;

Q_i - масса каждого из *i*-тых порожних автомобилей, т;

Γ_i - номинальная грузоподъемность *i*-того автомобиля, т;

g, *l* - коэффициенты использования пробега и грузоподъемности автомобилей соответственно;

v - количество типов автомобилей в составе транспортного потока;

p_i - доля *i*-того автомобиля в составе транспортного потока.

Начальная ровность покрытий в приведённых зависимостях непосредственно связана с используемой технологией и качеством проведённых работ.

Более устойчивые корреляции имеют место, если динамику изменения ровности оценивать по развивающимся в покрытии остаточным деформациям и трещинам. Однако не все эти дефекты оказывают существенное влияние на состояние покрытия по ровности (рис. 7.5). Наиболее интенсивно изменение ровности покрытия происходит в местах образования сетки трещин, характеризующихся

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

минимальными показателями прочности дорожной конструкции, где интенсивно протекают процессы повреждения кромок трещин, взаимного смещения и просадки частей покрытия при переходе системы в запредельное состояние.

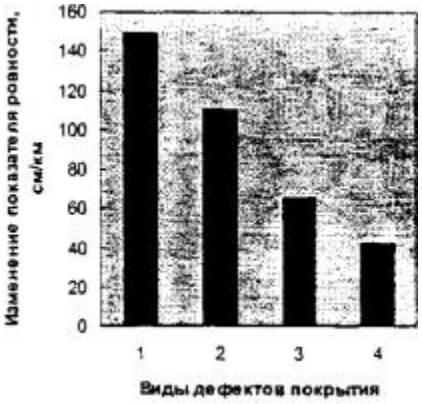


Рис. 7.5. Влияние различных дефектов на изменение показателя ровности асфальтобетонного покрытия (данные обследования 25-км участка дороги Москва - Ярославль; оценка ровности выполнена с помощью автомобильной установки ПКРС-2):
1 - сетка трещин; 2 - сетка трещин, отремонтированная ямочным ремонтом; 3 - волна с шагом 0,9-1,5 м вдоль дороги; 4 - просадки в разных местах покрытия

Показательно, что ямочным ремонтом, проводимом, как правило, в местах развития сетки трещин, только частично удается улучшить состояние покрытия по ровности. Развивающиеся в покрытии сквозные поперечные и косые трещины не сказываются на динамике изменения ровности покрытия (корреляции отсутствуют). Определённое влияние замечено только с начала появления частых поперечных трещин при несвоевременном их содержании (трещины открытые с рваными кромками).

В этих условиях для прогнозирования ровности покрытия по развивающейся во времени сетки трещин используется решение, полученное в результате совместного рассмотрения известной зависимости скорости движения транспортного потока от ровности асфальтобетонного покрытия, определённой в результате обобщения данных МАДИ (ГТУ) и Гипродорнии, и зависимости скорости движения от степени деформирования покрытия (Золотарь И.А., Некрасов В.К. и др. Повышение надёжности автомобильных дорог. / Под ред. И.А. Золотаря. - М.: Транспорт, 1977. - 183 с):

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\delta_i = \frac{1}{\eta}\left(\mu - \frac{1}{a + b \cdot r_{ik}}\right),$$ где

(7.12)

d_i - показатель ровности покрытия по толчкомеру, см/км;

m, a - эмпирические параметры, учитывающие влияние начальной ровности покрытия на скорость движения транспортного потока (m = 86,14 и a = 0,0125);

h, b - эмпирические коэффициенты, влияющие соответственно на скорость движения и динамику изменения ровности покрытия в зависимости от вероятности повреждения покрытия r_{ik} (h = 0,123; b = 0,045).

Вероятность повреждения покрытия r_{ik} в любой рассматриваемый год определяют с использованием распределений фактических обратимых прогибов l_{ik} нежёстких дорожных одежд, полученных по результатам полевых испытаний нагрузкой и представленных (рис. 7.6) в виде кумулятивных кривых прогибов (Апестин В.К. Оптимизационная модель для обоснования требований к прочности нежёстких дорожных одежд и норм межремонтных сроков их службы. - тр. Гипродорнии, вып. 46. - М.: 1985. - С. 57 - 73):

$r_{ik} = f(X_{ik})$, где

(7.13)

X_{ik} - соотношение среднего и расчётного модуля упругости, обеспечивающего работоспособность дорожной одежды на рассматриваемый момент времени:

$$X_{ik} = \frac{E_{cpk}}{E_{tpi}}.$$

(7.14)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

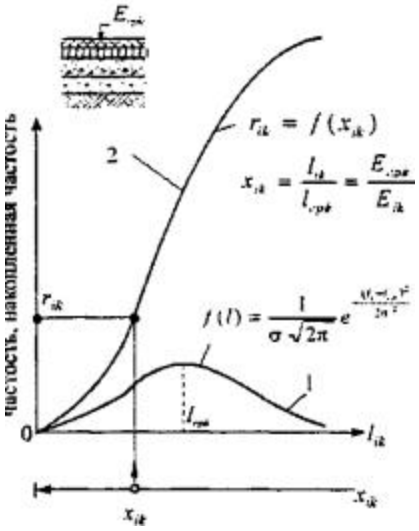


Рис. 7.6. Схема определения ежегодной вероятности повреждения покрытия r_{ik}; 1 - кривая распределения прогибов; 2 - кривая накопления; l_{ik} и E_{ik} - значения прогибов и рассчитанных по их величине модулей упругости соответственно; l_{ik} и E_{cpk} - соответственно среднеарифметические значения прогиба и модуля упругости дорожной конструкции; s - среднеквадратическое отклонение прогибов в распределении

Ежегодные расчётные модули упругости E_{tpi} определяют по формуле (7.1) при подстановке последовательно t = 1; 2; 3;... T_0 лет и окончательно искомые вероятности находят по кривой накопления (см. рис. 7.6).

Общий вид получаемой закономерности представлен на рис. 7.4 кривой вероятности повреждения покрытия сеткой трещин.

Для технико-экономических расчётов и предварительных оценок динамики изменения ровности при отсутствии результатов диагностики используют обобщённую кривую распределения прогибов, установленную поданным многолетних наблюдений за нежёсткими дорожными одеждами разных конструкций и фактических сроков службы. Параметры этого распределения [107] приведены в табл. 7.2.

По полученным значениям r_{ik} определяют соответствующее им состояние дорожного покрытия по ровности 8, по формуле (7.12) или по табл. 7.3.

Таблица 7.2

r_{ik}	0,490	0,365	0,255	0,180	0,140	0,100	0,075	0,055	0,040

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

X_{ik}	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1.45

П р и м е ч а н и е. Промежуточные значения определяют по интерполяции.

Таблица 7.3

r_{ik}	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
d_i, см/км	452	434	413	387	358	322	278	222	150

П р и м е ч а н и я: 1. Показатель ровности покрытия соответствует показаниям толчкомера ТХК-2, установленного на автомобиле УАЗ-452. При использовании других марок автомобилей требуется предварительная тарировка прибора. Промежуточные значения находят по интерполяции. 2. В случае если диагностика автомобильной дороги выполнена с помощью автомобильной установки типа ПКРС-2, соответствующее значение по ТХК определяют:

$$\delta_{ТХК} = \frac{\delta_{ПКРС} - 100}{4{,}4} \text{ см/км.}$$

7.3. Шероховатость и сцепные качества дорожных покрытий

В дорожной практике показателем надежности контакта автомобильной шины с дорожным покрытием служит величина сопротивления скольжению автомобильной шины по поверхности проезжей части дороги, оцениваемая значением коэффициента сцепления. Коэффициентом сцепления называют отношение величины реактивной силы, действующей на колесо автомобиля в плоскости его контакта с покрытием, к величине вертикальной нагрузки, передаваемой колесом на покрытие. По физической сущности коэффициент сцепления представляет собой коэффициент трения пары «резина протектора автомобильной шины - покрытие проезжей части дороги». Сила трения (реактивная сила) в контакте пары трения формируется двумя составляющими: молекулярной (адгезионной) и деформационной. Первая составляющая является результатом молекулярного взаимодействия контактирующих материалов. Ее величина зависит от материала дорожного покрытия (например, асфальтобетон или цементобетон) и продолжительности контакта (т.е. скорости движения взаимодействующей пары относительно одна другой). Вторая составляющая формируется в результате затрат энергии на взаимную деформацию

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

контактирующих тел выступами неровностей, находящимися на их поверхности. На сухих дорожных покрытиях сила трения в контакте шины формируется в основном за счёт молекулярной составляющей. На покрытиях, имеющих на своей поверхности пленку воды, автомобильного масла или топлива, пыли, сила трения в основном формируется её деформационной составляющей. Молекулярная составляющая появляется только после разрыва пленки смазки неровностями на поверхности контактирующих тел и вступления их в непосредственное соприкосновение.

На процессы, протекающие в зоне контакта шины с покрытием, и, соответственно, на величину силы трения (реактивную силу) и величину коэффициента сцепления оказывает влияние комплекс факторов: материал дорожного покрытия, состав и свойства резины протектора автомобильной шины, неровности на поверхности дорожного покрытия (шероховатость) и беговой дорожки протектора шины, вертикальная нагрузка на колесо автомобиля и скорость его движения, состояние покрытия дороги и др. (табл. 7.4). При этом неровности шероховатости поверхности дорожных покрытий оказывают решающее влияние на силу трения в контакте автомобильных шин при любых условиях движения автомобиля, даже (в определенной мере) на заснеженных покрытиях дорог.

Таблица 7.4

Факторы	Характер и причины изменения коэффициента сцепления
Тип покрытия и продолжительность его эксплуатации	С увеличением срока эксплуатации после постройки или ремонта дорожной одежды коэффициент сцепления снижается из-за уменьшения шероховатости. Коэффициент сцепления наиболее устойчив у цементобетонных покрытий в сухом состоянии при продолжительности их службы до 10- 12 лет, а у асфальтобетонных - 5-8 лет. При истирании (износе) покрытия на 50-60 % коэффициент сцепления уменьшается на 30-40 %. Брусчатка и булыжная мостовая полируются шинами автомобилей, из-за чего коэффициент сцепления уменьшается
Шероховатость покрытия и микрошероховатость его каменного материала	Чем больше шероховатость, тем значительнее площадь контакта покрытия с шиной и выше уровень зацепления, что обусловливает рост коэффициента сцепления. Наибольшая высота выступов покрытия не должна превышать 5 мм. Большая шероховатость покрытия способствует снижению коэффициента сцепления. При нормальной шероховатости покрытия шина сохраняет контакт с

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	проезжей частью и при дожде не образуется сплошного слоя воды, снижающего сцепление шины и покрытия. Большое влияние оказывает на коэффициент сцепления собственная шероховатость каменного материала покрытия (микрошероховатость), предотвращающая возникновение элементов жидкостного трения на поверхности выступов микрошероховатости
Неровности на проезжей части	Неровности на проезжей части увеличивают частоту приложения вертикальной нагрузки. Коэффициент сцепления снижается из-за изменяющихся условий в месте контакта шины с дорогой и из-за подпрыгивания колес на неровностях
Влажность покрытия	При дожде коэффициент сцепления уменьшается из-за того, что из влаги, пыли, частиц резины, капель нефтепродуктов и т.п. образуется жидкая грязь, по которой, как по смазке, проскальзывают колеса. Значение коэффициента сцепления при этом почти вдвое меньше, чем при движении по сухому покрытию. На влажных, но чистых покрытиях коэффициент сцепления меньше, чем на сухих, но больше, чем на покрытиях с жидкой грязью
Избыток органического вяжущего материала в покрытиях	В жаркую погоду вяжущий материал выступает на поверхность покрытия и приводит к уменьшению коэффициента сцепления
Замасливание проезжей части	Замасливание дорожного покрытия нефтепродуктами значительно снижает коэффициент сцепления как на сухих, так и на влажных покрытиях; в середине полосы движения коэффициент сцепления почти на 30 % меньше, чем у краев этой полосы
Обледенение проезжей части	Коэффициент сцепления весьма мал; он несколько повышается при понижении температуры воздуха до 0...- 15°С. Влияние скорости движения на коэффициент сцепления в этих случаях незначительное
Вид качения колеса	Наибольший коэффициент сцепления наблюдается при продольном качении без бокового скольжения. При блокированном колесе (юзе) коэффициент сцепления несколько снижается

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Увеличение нагрузки на колесо	На капитальных, облегчённых и переходных конструкциях дорожных одежд при увеличении нагрузки на колесо коэффициент сцепления снижается. Особенно это наблюдается при больших нагрузках
Скорость движения	С увеличением скорости движения коэффициент сцепления снижается
Материал шины	Шины из высокогистерезисных резин обеспечивают больший коэффициент сцепления
Тип рисунка протектора шин	На влажном покрытии шины с рисунком протектора, имеющим большую расчлененность, обеспечивают более высокий коэффициент сцепления. Шины с рисунком протектора повышенной проходимости на мягком снеге и недостаточно уплотнённом грунте имеют больший коэффициент сцепления, чем шины с дорожным рисунком
Износ шины	При полном истирании рисунка протектора шины коэффициент сцепления снижается на 35-45 %. Весьма значительно он уменьшается при движении на влажных и грязных покрытиях (примерно еще на 20-25 %)
Повышение давления воздуха в шинах	При увеличении давления воздуха в шинах коэффициент сцепления в начале повышается, а затем начинает убывать
Повышение температуры шины	С увеличением температуры шины коэффициент сцепления на цементобетонном покрытии несколько уменьшается, а на асфальтобетонном - улучшается. Коэффициент сцепления в этом случае увеличивается из-за прилипания элементов протектора к поверхности покрытия. Если же материал протектора имеет низкие антиизносные качества, то при интенсивном торможении между шиной и дорожным покрытием появляется большое количество резиновой пыли, что снижает коэффициент сцепления

Исследования сцепных свойств дорожных покрытий в России (СССР) были начаты в тридцатые годы XX века. Одним из первых в России такое исследование провел в МАДИ М.С. Замахаев (в 1939 г.). Значительное развитие исследования сцепных качеств покрытий дорог получили в 60-80-е г. XX века, в работах Э.Г.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Подлиха, В.А. Астрова, М.А. Паршина, М.В. Немчинова, Л.Г. Марьяхина, В.И. Жукова, В.С. Порожнякова, Ю.В. Кузнецова. Взаимодействие автомобильной шины с поверхностью качения рассмотрено в работах специалистов-шинников В.И. Кнороза, Е.В. Кленникова, А.С. Литвинова, С.М. Цукерберга и др. Одновременно значительные исследования в этой области проводились за рубежом. В качестве примера можно назвать книгу «Mechanics of Pneumatic Tires» (1971, 1981), обобщающую результаты исследований сцепных свойств автомобильных шин.

Анализ и обобщение исследований отечественной школы в области трения (работ И.В. Крагельского, Г.М. Бартенева и их учеников), результатов исследований специалистов-дорожников Л.Г. Марьяхина, В.М. Юмашева, а также исследования проф. М.В. Немчинова позволили в 70-80-х г. XX века обосновать требования к текстуре (шероховатости) поверхности дорожных покрытий из условия обеспечения сцепных качеств дорожных покрытий, установить закономерности ее изменения под воздействием колес проходящих по дороге автомобилей в процессе службы дорожных покрытий, нормировать высоту выступов и глубину впадин неровностей шероховатости и с учётом этих факторов предложить метод расчёта параметров текстуры дорожных покрытий [63]. Зависимость коэффициентов продольного и поперечного сцепления от макрошероховатости покрытия дороги представлена на рис. 7.7-7.9.

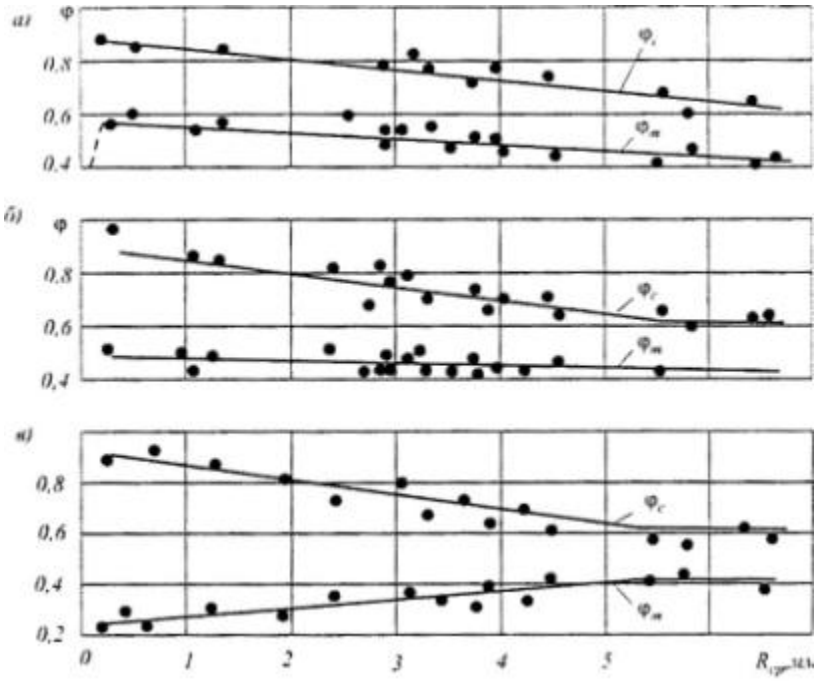


Рис. 7.7. Зависимость коэффициента продольного сцепления от макрошероховатости асфальтобетонного покрытия при сухом (j_c) и мокром (j_m) его состоянии: шина 6,45-13Р с новым рисунком протектора; скорость скольжения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

полностью блокированного колеса, км/ч:
а - 40, б - 60, в - 80; температура воздуха +20...22°С (М.В. Немчинов)

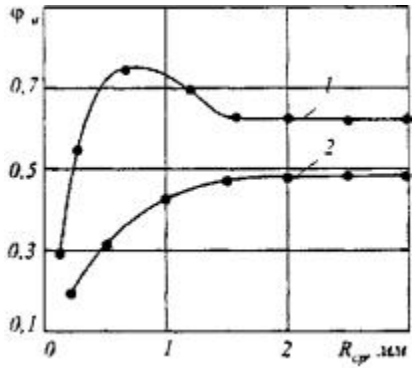


Рис. 7.8. Зависимость коэффициента поперечного сцепления от макрошероховатости дорожного покрытия в диапазоне скорости от 48 до 120 км/ч:
1 - движение колеса с проскальзыванием; 2 - 100 %-ная блокировка колеса (Ю.В. Кузнецов)

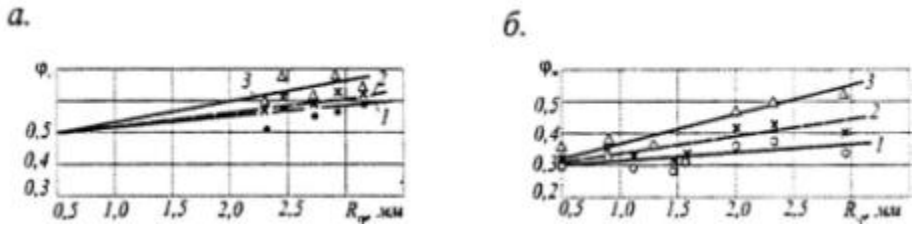


Рис. 7.9. Зависимость коэффициента продольного сцепления от макрошероховатости поверхности асфальтобетонного покрытия зимой:
а - покрытие чистое (от снега), сухое; температура воздуха -14...-15°С; б - покрытие чистое (от снега), мокрое; температура воздуха -2...-4°С; скорость движения, км/ч:
1 - 40, 2 - 60, 3 - 80 (М. В. Немчинов)

Шероховатость поверхности (в теории трения - текстура) дорожного покрытия представляет собой совокупность неровностей, не вызывающих низкочастотных колебаний автомобиля на подвеске и не влияющих на работу его двигателя. Шероховатость делят на две группы: макро и микрошероховатость. К макрошероховатости относят неровности длиной более 2-3 мм и высотой более 0,2-0,3 мм, обычно формируемые частицами (зернами) щебня, используемого при строительстве покрытий дороги или в результате специальной его обработки. К микрошероховатости относят меньшие неровности, как правило, обусловленные собственной шероховатостью поверхности зерен щебня. По степени шероховатости поверхности дорожные покрытия разделяют на (по Л.Г. Паниной, Л.Г. Марьяхину, А.Я. Эрастову, А.П. Васильеву) на семь групп (табл. 7.5).

Таблица 7.5

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Классификация дорожных покрытий по шероховатости поверхности

Тип шероховатых покрытий	Параметры шероховатости, мм	
	Средняя высота выступов	Средняя глубина впадин
Гладкие	0,1-0,5	0,02-0,25
мелкошероховатые	0,5-3,0	0,25-2,5
среднешероховатые	3,0-6,0	1,0-5,0
крупношероховатые	6,0-9,0	2,0-7,0
На мелко-, средне- и крупношероховатых покрытиях выделяют:		
мелкошипованные	0,5-3,0	1,5-2,5
среднешипованные	3,0-6,0	3,0-5,0
крупношипованные	6,0-9,0	4,5-7,0

Шероховатость поверхности асфальтобетонных покрытий создается путем строительства шероховатых слоев износа или строительства покрытий из многощебенистых асфальтобетонных смесей. На цементобетонных покрытиях шероховатость создается в процессе строительства путём соответствующей обработки поверхности свежеуложенного бетона.

В процессе эксплуатации покрытия происходит уменьшение - износ шероховатости его поверхности. Износ проявляется в уменьшении высоты и шлифовке неровностей шероховатости. На характер и интенсивность этого процесса влияют: интенсивность движения автомобилей и состав транспортного потока; размер щебня, использованного для строительства слоя износа; содержание щебня в асфальтобетонной смеси, погодно-климатические условия. Уменьшение

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

макрошероховатости покрытия вызвано воздействием колёс проходящих автомобилей и протекает в два этапа. На асфальтобетонных покрытиях после открытия движения транспорта макрошероховатость быстро уменьшается в результате погружения щебня, формирующего неровности макрошероховатости. Ввиду небольшой продолжительности первого этапа эффект шлифовки не успевает проявиться в должной мере. На втором этапе, характеризующемся замедлением, а затем и прекращением погружения щебня, основной причиной уменьшения шероховатости покрытия становится шлифовка неровностей макрошероховатости, в результате которой объём выступающей части зерен щебня постепенно уменьшается, а сами они приобретают окатанную форму. Общая закономерность уменьшения макрошероховатости асфальтобетонного покрытия описывается уравнением:

$R_{cp} = a \cdot e^{-bM} + c$, где
(7.16)

R_{cp} - осредненная глубина неровностей макрошероховатости, мм; M - количество прошедших автомобилей; a, b, c - коэффициенты, зависящие от размера щебня, твердости покрытия и состава транспортного потока.

Погружение щебня поверхностного слоя покрытия происходит под воздействием колес проходящих по дороге автомобилей. Чем выше интенсивность движения и чем больше в транспортном потоке тяжёлых автомобилей, тем интенсивнее идёт этот процесс. Однако большое значение имеет и динамическое воздействие колёс на выступы неровностей шероховатости (табл. 7.6, рис. 7.10).

Таблица 7.6

Влияние интенсивности движения и состава транспортного потока на уменьшение (в %) макрошероховатости дорожного покрытия. Покрытие - асфальтобетон типа В. Срок службы покрытия - 1 год (данные проф. М.В. Немчинова)

Номер полосы движения	Интенсивность движения, авт./сут (приведённая к нагрузке Н-30)		Уменьшение макрошероховатости, % (за период наблюдения)
	без учёта легковых автомобилей	с учётом легковых автомобилей	
1	566	566,22	69,6

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

2	354	354,6	56,5
3	24	24,2	39,1

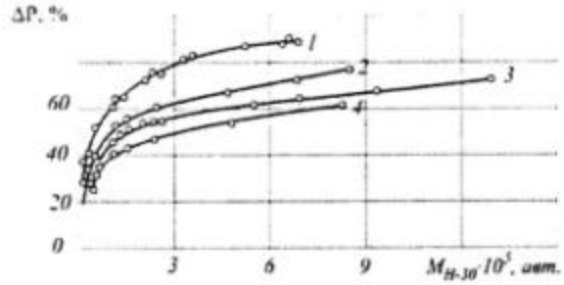


Рис. 7.10. Зависимость уменьшения макрошероховатости от числа прошедших автомобилей при различной крупности щебня:
1 - 5-10 мм (втапливание щебня, начальная глубина впадин макрошероховатости 2,3 мм); 2 - 15-20 мм; 3 - 20-25 мм; 4 - 25-35 мм; 2-4 - поверхностная обработка с начальной глубиной впадин макрошероховатости 7,5 мм; покрытие - мелкозернистый асфальтобетон типа В

Твёрдость характеризует сопротивление покрытия погружению щебня, формирующего неровности макрошероховатости, и оценивается по глубине погружения иглы специального прибора - твердомера. Установлено, что уменьшение макрошероховатости слоя износа в результате погружения щебня линейно связано с глубиной погружения иглы твердомера. В зависимости от твердости асфальтобетонные покрытия делят на пять групп: очень твёрдые - с глубиной погружения иглы твердомера 0-2 мм, твёрдые - 2-5 мм, нормальные - 5-8 мм, мягкие - 8-12 мм, очень мягкие - 12-21 мм. Твёрдость асфальтобетонных покрытий зависит от содержания щебня в минеральной части асфальтобетонной смеси: чем больше щебня, тем выше твёрдость. Однако повышение температуры покрытия приводит к снижению его твёрдости и, соответственно, к усилению погружения щебня слоя износа в покрытие под воздействием колёс автомобилей.

Уменьшение микрошероховатости, обусловленное шлифующим воздействием колёс автомобилей, определяется свойствами исходной горной породы (зернистостью, количественным и качественным соотношением минералов в ней, степенью выветрелости породы), количеством абразива на покрытии (пыли и продуктов износа самого покрытия), наличием воды и характеристиками транспортного потока. Так же, как и в случае макрошероховатости, рост интенсивности движения тяжёлых грузовых автомобилей приводит к ускорению процесса шлифовки зёрен щебня. Уменьшение макро- и микрошероховатости приводит к ухудшению сцепных качеств мокрых дорожных покрытий (рис. 7.11).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

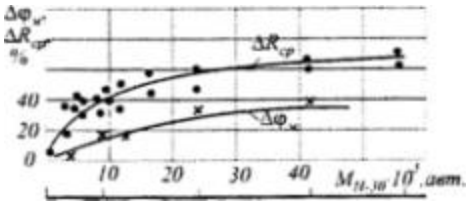


Рис. 7.11. Снижение сцепных качеств мокрого покрытия и уменьшение макрошероховатости его поверхности в процессе службы дороги: поверхностная обработка из щебня размером 20-25 мм (начальная глубина впадин $R_{нач}$ = 7,5 мм) на покрытии из асфальтобетона типа В

Шероховатость поверхности покрытия помогает обеспечить непосредственный контакт автомобильных шин с поверхностью проезжей части дороги в случае наличия на ней воды. Вода на проезжей части дороги появляется во время дождя, при таянии снега, конденсации водяных паров из воздуха. Достаточно часто во время дождей на покрытии образуется слой стекающей воды, причем эта вода оказывает на колёса движущихся автомобилей гидродинамическое подъёмное действие. При определенных условиях (глубина слоя воды в несколько миллиметров, скорость движения 80 км/ч и более, достаточно изношенный рисунок протектора шин) гидродинамическое давление способно оторвать колёса автомобиля от дорожного покрытия. В этом случае автомобиль начинает скользить передними колесами по слою воды (возникает явление глиссирования колёс автомобиля, в литературе чаще называемое аквапланированием) и становится неуправляемым. Единственный способ недопущения этого - с помощью неровностей шероховатости покрытия уменьшить толщину слоя воды, оказывающего гидродинамическое давление на колёса автомобиля (толщину активного слоя). По данным М.В. Немчинова, наименьшая допустимая по условиям недопущения явления глиссирования автомобилей высота выступов шероховатости может быть определена из выражения:

$R_{ср} = H - h_{акт} + h_{вд}$, мм,
где (7.17)

$R_{ср}$ - средняя высота выступов макрошероховатости на покрытии, мм;

H - глубина слоя стока на покрытии во время дождя, мм;

$h_{акт}$ - глубина активного слоя жидкости на покрытии, мм;

$h_{вд}$ - глубина вдавливания выступов шероховатости в резину протектора автомобильных шин, мм;

$H = ([a \cdot L \cdot n]/[30 \cdot i^{1/2}])^{0,6}$, где
(7.18)

a - интенсивность дождя, мм/мин;

L - длина участка стока воды по покрытию (функция ширины, продольного и поперечного уклонов проезжей части);

n - коэффициент гидравлической шероховатости поверхности покрытия;

$$n = R_{cp}^{0,2} / 23,9;$$

i - уклон стока (функция продольного и поперечного уклонов проезжей части дороги).

Предельно допустимую по условиям недопущения явления глиссирования высоту выступов макрошероховатости можно найти, приравняв скорость движения автомобиля, скорости начала скольжения его шин по слою воды на покрытии дороги по уравнению:

$H = G/k \cdot p \cdot b \cdot V^2$, где
(7.19)

G - вертикальная нагрузка (сила) на колесо, передаваемая от автомобиля;

k - коэффициент, учитывающий особенности взаимодействия колеса автомобиля с плёнкой воды на покрытии дороги (рис. 7.12);

p - плотность воды;

b - ширина беговой дорожки шины;

V - скорость начала скольжения шины.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

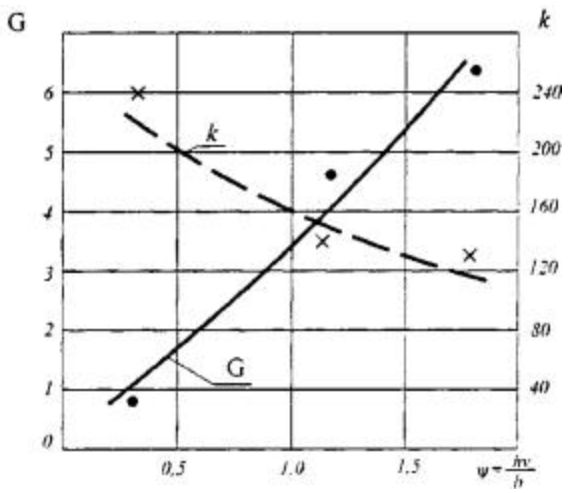


Рис. 7.12. Значения коэффициента *k* в формуле (7.19)

Шероховатость поверхности дорожных покрытий оказывает влияние не только на их сцепные качества. Шероховатость увеличивает уровень транспортного шума от автомобилей (минимальный уровень шума от легковых автомобилей наблюдается при глубине впадин шероховатости 1 мм), на уровень вибрации в салоне автомобиля (для отечественных легковых автомобилей величина вертикальной составляющей виброускорения на рабочем месте водителя превосходит санитарную норму уже при глубине впадин более 6 мм - при скорости движения 80 км/ч), благоприятно влияет на психофизиологическое состояние водителей при поездках по мокрым дорогам и зимой (при чистой от снега проезжей части). При качении колес автомобиля неровности шероховатости не увеличивают износ протектора автомобильных шин. При резком торможении и блокировке колёс неровности шероховатости не только деформируют резину протектора шин, но способны вызвать ее повреждение (царапины). Для этого требуются дополнительные затраты энергии, что, в конечном итоге, способствует повышению коэффициента сцепления и уменьшению длины тормозного пути автомобиля.

Многофункциональность неровностей шероховатости на поверхности дорожных покрытий заставляет нормировать их параметры: минимальную допустимую глубину впадин макрошероховатости, максимальную высоту выступов, максимальное расстояние между выступами шероховатости. Требования к шероховатости дорожных покрытий сформулированы в отраслевом нормативном документе «Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью», первая редакция которого была опубликована в 1978 г. (ВСН 38-77), вторая в 1990 г. (ВСН 38-90) (табл. 7.7).

Таблица 7.7

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Минимально допустимые (в течение всего срока службы покрытия) значения коэффициента продольного сцепления и средней глубины впадин шероховатости (ВСН 38-90)

Условия движения	Коэффициент сцепления	Средняя глубина впадин макрошероховатости, мм, для дорог в различных дорожно-климатических зонах	
		I-V	II-IV
Лёгкие	0,28	0,30 (0,60)	0,35 (0,70)
Затрудненные	0.30	0,35 (0,70)	0,40 (0,80)
Опасные	0,32	0,40	0,45

П р и м е ч а н и е. Без скобок приведены значения глубины неровностей макрошероховатости для шероховатых поверхностей, в скобках - для шипованных.

Начальную макрошероховатость покрытия (т.е. шероховатость в момент сдачи дороги в эксплуатацию после строительства или ремонта) назначают в зависимости от условий движения, категории дороги, климатического района и применяемого способа устройства шероховатости. Во избежание усиления вибрации автомобилей во время движения расстояние между соседними выступами шероховатости не должно быть более 40 мм.

7.4. Работоспособность и критерии назначения ремонтных работ

Работоспособность дороги - в соответствии с ГОСТ 27.002-89 (ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения. Госстандарт, М., 1990) - определяется как способность системы выполнять заданные функции и сохранять требуемые транспортно-эксплуатационные показатели дороги в пределах нормативных допусков.

Автомобильная дорога, дорожные конструкции перестают выполнять заданные функции в момент, когда они переходят в предельное состояние и перестают удовлетворять по параметрам и характеристикам возросшим требованиям движения. Для улучшения состояния дороги необходим соответствующий комплексный ее ремонт или реконструкция.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Суммарная наработка или объем работы, выполненный автомобильной дорогой от начала эксплуатации (после строительства, ремонта или реконструкции) до момента перехода её в предельное состояние, определяется как РЕСУРС дороги, который может быть выражен любым количественным показателем (число проходов расчётных автомобилей, объём перевезённых грузов, продолжительность работы в год и др.).

Нередко понятие ресурса автомобильной дороги подменяется понятием работоспособность дороги (Дорожная терминология. Справочник. - М.: Транспорт, 1985) - как количество пропущенных по дороге автомобилей, измеренных в брутто-тоннах (суммарная масса грузов и транспортных средств), после которого необходим ремонт или перестройка дороги. При этом различают полную и частичную работоспособность. Полная - для дорожной одежды, частичная - для дорожного покрытия.

В общем виде для определения работоспособности (ресурса) предлагается зависимость, основывающаяся на росте интенсивности движения по геометрической прогрессии:

$$P = B_1 \cdot \frac{q^T - 1}{q - 1},$$ где

(7.20)

T - срок службы в годах;

q - показатель роста интенсивности движения (q >1);

B_1 - грузонапряжённость на дороге в первый год эксплуатации, млн. брутто-тонн / год.

Особенности этой зависимости (Телегин М.Я., Корсунский М.Б., Зельманович М.С. Работоспособность и межремонтные сроки службы нежестких дорожных одежд. - М.: Автотрансиздат, 1956. - 167 с.) показаны на рис. 7.13, которая может быть использована при определении сроков проведения ремонтных работ. Но при этом надо учитывать, что критерием назначения ремонта в данном случае является момент достижения накопленной грузонапряжённости предельно допускаемого значения (ресурса): $P = \{P\}_i$, где i - индекс используемого ресурса (для дорожной одежды, покрытия или автомобильной дороги в целом).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

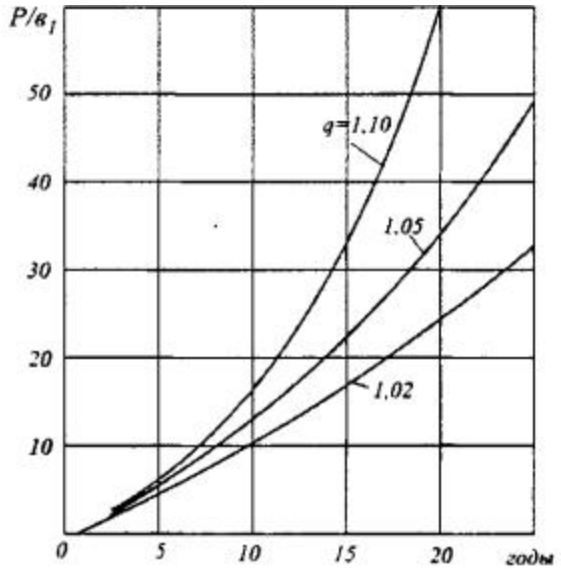


Рис. 7.13. График изменения срока службы в зависимости от изменения соотношения P/B_1

Подставляя ресурс $\{P\}_i$ в формулу (7.20), получаем решение для определения срока службы по критерию грузонапряжённости на дороге:

$$T = \frac{1}{\lg q} \cdot \lg\left[\frac{\{P\}_i \cdot (q-1)}{B_1} + 1\right].$$

(7.21)

Использование этого решения для планирования ремонтных работ возможно при полной обеспеченности финансированием и только при наличии достоверных данных относительно значений ресурса $\{P\}_i$, дифференцированных в зависимости от состава движения в транспортном потоке, категории дороги, конструкции дорожной одежды, погодно-климатических и грунтово-гидрологических условий.

Практическое значение имеют результаты исследований (Слободчиков Ю.В. Обоснование оценочных показателей выбора ремонтной стратегии автомобильных дорог с дорожными одеждами нежёсткого типа в изменяющихся условиях эксплуатации. - М.: Информавтодор, 1994. - 189 с), проведённых в период 1970-1990 гг. на автомобильных дорогах Северного Казахстана II-IV категорий и позволившие увязать количество пропущенных дорогой брутто-тонн за период эксплуатации «*t*» с изменением ровности асфальтобетонного покрытия:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$t = \frac{1}{\ln q} \cdot \ln\left[\frac{(S-90)\cdot \ln q}{22{,}5 \cdot B_1} + 1\right],$$ где

(7.22)

S - показатель ровности покрытия по толчкомеру ТХК, установленному на автомобиле ГАЗ-51, см/км.

При предельно допустимом значении ровности $S = S_{пред}$ формула (7.22), рекомендуется для определения межремонтного срока службы. Формула справедлива при показателях ровности до 500 см/км, для дорожных конструкций, характеризующихся эквивалентным модулем упругости 160-245 МПа и работающих в условиях движения транспортного потока, включающего:

лёгкие и средние грузовые автомобили - 93 %;

тяжёлые грузовые автомобили - 4 %;

легковые - 3 %.

В условиях полной обеспеченности финансированием и гарантированного качества производства работ планирование капитального ремонта дорожной одежды и ремонта дорожного покрытия возможно по критерию обеспеченности межремонтного срока их службы [5]. Капитальный ремонт дорожной одежды или ремонт дорожного покрытия планируют и проводят в момент, когда фактический период эксплуатации «t» в годах от момента сдачи дороги в эксплуатацию или последнего капитального ремонта (ремонта) станет равным межремонтному сроку службы $[T]$: $t = [T]_i$. Однако более эффективно этот критерий используется для планирования ежегодных затрат на ремонт дорожных одежд и покрытий на уровне органа управления дорожным хозяйством. В общем виде требуемый ежегодный объём выделяемых средств, руб/год

$$C = \frac{L_i}{[T]_i} \cdot [H]_i,$$ где

(7.23)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

L_i - протяжённость дорог, км (в отдельности для каждой категории дороги и типа дорожной одежды);

$[H]_i$ - норма ежегодных денежных затрат, назначаемая дифференцированно в зависимости от категории дороги, типа дорожной одежды, вида покрытия и дорожно-климатической зоны, руб/год.

Для удобства расчётов по формуле (7.23) Росдорнии разработана вычислительная программа COST, позволяющая на основе действующих норм межремонтных сроков службы [69, 73] и исходной информации о протяжённости дорог в регионе, составе и интенсивности движения транспортного потока прогнозировать изменение несущей способности дорожных конструкций и состояние дорожных покрытий по скользкости и определять ежегодную норму денежных затрат и требуемый объём финансирования для осуществления ремонтных работ по отдельным управлениям дорог. Наиболее эффективно планирование дорожно-ремонтных работ осуществляется по результатам диагностики автомобильных дорог при использовании различных критериев оценки и улучшения их состояния. Широкое распространение получил критерий назначения ремонта по обеспеченности основных транспортно-эксплуатационных показателей [95], характеризующих технический уровень и эксплуатационное состояние дорог. Ремонт планируют в случае, если один или несколько показателей перестанут удовлетворять нормативным требованиям:

по коэффициенту обеспеченности расчётной скорости $K_{pc} < [K_{pc}]$;

по коэффициенту загрузки дороги движением $Z > [Z]$;

по итоговому коэффициенту аварийности $K_a > [K_a]$;

по коэффициенту прочности дорожной одежды $K_{np} < [K_{np}]$;

по коэффициенту обеспеченности ровности дорожного покрытия $K_d > [K_d]$;

по коэффициенту обеспеченности сцепных качеств покрытия $K_j < [K_j]$;

по коэффициенту безопасности движения на пересечениях $K_Б < [K_Б]$;

по коэффициенту обеспеченности расчётной грузоподъёмности моста (путепровода) $K_G < [K_G]$.

Метод эффективен при полной обеспеченности финансированием, поскольку он не определяет приоритеты транспортно-эксплуатационных показателей и даёт только качественную оценку проведённого ремонта. Метод не оценивает изменение потребительских качеств дороги, что не позволяет определить эффективность ремонта по отдельным участкам автомобильной дороги.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В последние годы метод усовершенствован ГП "Росдорнии" путём ранжирования транспортно-эксплуатационных показателей по приоритетам, позволяющим использовать метод и при ограниченных ресурсах финансирования. Установленные экспертным путём приоритеты в первую очередь отдают предпочтение показателям, определяющим безопасность движения, уровень загрузки дороги, прочность дорожных конструкций. Особое внимание уделяется участкам концентрации дорожно-транспортных происшествий, выявляемым по предельно допускаемым значениям итогового коэффициента аварийности [69]. Эффективность работ оценивают по степени снижения аварийности на автомобильной дороге. При этом приоритет отдаётся участкам с наибольшим интегральным эффектом (сумма эффекта за рассматриваемый период за вычетом общей величины единовременных затрат - чистая прибыль) и с достигнутым эффектом на рубль затрат.

К недостаткам метода можно отнести условность ранжирования транспортно-эксплуатационных показателей по приоритету и отсутствие оценки проводимого ремонта по изменению эффективности перевозочного процесса и потребительских качеств дороги в целом. Указанных недостатков удается избежать при использовании в качестве критерия назначения ремонта показателя (коэффициента) обеспеченности расчётной скорости движения, соответствующего фактическим транспортно-эксплуатационным показателям и параметрам дороги, установленным в процессе диагностики дорог. Ремонт проводят в момент, когда один или несколько частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости движения K_{pcj} достигают предельно допускаемого значения $КП_н$ для рассматриваемой категории дороги.

Использование критерия обеспеченности расчётной скорости позволяет не только оценить потребность в ремонте, но и автоматически выбрать наиболее эффективную стратегию ремонта при различных условиях финансирования. Данный критерий более чувствителен к влиянию воздействующих факторов и проводимым на дороге ремонтным работам, позволяет, что особенно важно, осуществить проверку эффективности выполненных работ непосредственно после проведения ремонта. Детально особенности использования данного критерия для планирования дорожно-ремонтных работ изложены в главе 11.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

РАЗДЕЛ III
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ГЛАВА 8. Методы определения транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог

8.1. Потребительские свойства как основные показатели состояния дороги

Современная автомобильная дорога представляет собой сложное инженерное сооружение, которое состоит из конструктивных элементов, сооружений обустройств и характеризуется большим количеством геометрических параметров, физических свойств и эксплуатационных характеристик, а также транспортно-эксплуатационных показателей.

Функциональное назначение дороги состоит в обеспечении непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с высокими скоростями, допустимыми габаритами, осевыми нагрузками и общей массой в любое время года и в любых условиях погоды. Дороги предназначены для обслуживания интересов потребителей, пользователей дорожных услуг - водителей, пассажиров, владельцев автотранспортных средств и автотранспортных предприятий, которые пользуются дорогами для поездок или перевозок грузов и пассажиров и платят за это налоги, сборы и другие отчисления в той или иной форме.

С позиций потребителя наиболее важным являются обеспеченные дорогой транспортно-эксплуатационные показатели: непрерывность, скорость, удобство и безопасность движения, пропускная способность и уровень загрузки, допустимые габариты, осевые нагрузки и общая масса автомобилей, уровень дорожного сервиса, экологические, эргономические и эстетические свойства дороги. Указанные свойства могут быть приняты за потребительские свойства дороги, поскольку от них зависят все показатели работы автомобильного транспорта и прежде всего производительность автомобилей, себестоимость перевозок, время доставки грузов и пассажиров, расход топлива и износ шин, расходы на ремонт и обслуживание автомобилей и т.д. Все эти показатели в значительной степени являются производными от потребительских свойств дорог.

С другой стороны, производными от потребительских свойств являются и требования к геометрическим и физическим характеристикам дорог, а также к их

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

транспортно-эксплуатационному состоянию. Поэтому главная и конечная задача деятельности дорожных организаций состоит в обеспечении, поддержании и повышении потребительских свойств дорог путем содержания их на высоком уровне, совершенствования параметров и характеристик в процессе ремонта или реконструкции.

Обеспеченные дорогой скорость и безопасность движения относятся к основным потребительским свойствам дорог, определяющим их качество и состояние.

При проектировании дорог в технико-экономических расчетах при организации движения автомобильных перевозок, а также при оценке транспортно-эксплуатационного состояния дорог используют различные понятия и значения скоростей. Для проектирования автомобильных дорог наибольшее значение имеют расчётная, или проектная, и средняя скорость транспортного потока. Как правило, за расчётную скорость принимают максимально возможную безопасную скорость движения одиночного или отдельного автомобиля при определённом состоянии поверхности дороги и погодных условий. Обычно это сухое или увлажнённое состояние поверхности и благоприятные погодные условия.

Все элементы дороги и их сочетания должны быть запроектированы так, чтобы одиночный или отдельный автомобиль имел возможность безопасно двигаться на всех участках дороги с расчётной скоростью при расчётном состоянии погоды и поверхности дороги.

Требования к геометрическим параметрам дорог, полученные исходя из расчётной скорости, принимаются за предельно допустимые на сложных участках проложения дороги.

Расчётная скорость движения оказывает непосредственное влияние на количественные значения геометрических параметров дороги и строительную стоимость, а также на требования к её транспортно-эксплуатационному состоянию и затраты на содержание и ремонт в процессе эксплуатации.

Фактическая средняя скорость транспортного потока определяет все основные показатели эффективности автомобильных перевозок: время доставки грузов и пассажиров, производительность автомобилей, себестоимость перевозок и т.д. Наибольшее влияние на среднюю скорость транспортного потока оказывает расчётная скорость, предопределившая геометрические параметры дороги и требования к её транспортно-эксплуатационному состоянию, а также интенсивность и состав движения, от которых зависит диапазон колебания скоростей и взаимные помехи в транспортном потоке.

С другой стороны, действительная (фактическая) скорость движения интегрально отражает влияние всех геометрических параметров и транспортно-эксплуатационных характеристик дороги, а также транспортного потока и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

состояния погоды в данный момент времени на условия и режим движения автомобилей.

8.2. Скорость движения и методы её определения

Для оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги определяют фактически обеспеченную максимальную скорость одиночного легкового автомобиля, средние скорости свободного движения и транспортного потока.

На дорогах IV и V категорий, а также на значительной части III категории средние скорости свободного движения и транспортного потока практически совпадают из-за малой плотности движения.

Среднюю скорость свободного движения по результатам измерения при невысокой интенсивности транспортного потока определяют по формуле

$$\overline{V_o} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i}{n}, \text{ км/ч,}$$ где

(8.1)

V_i - мгновенная скорость i-ого автомобиля на данном участке, км/ч; n - число автомобилей, для которых измерены скорости.

С увеличением интенсивности движения скорость транспортного потока снижается, причем тем больше, чем больше в потоке грузовых автомобилей, автобусов и автомобильных поездов. Как показывают исследования [11, 12], все значения скоростей связаны между собой одной зависимостью (рис. 8.1). Так, средняя скорость свободного движения может быть вычислена по формуле

$$\overline{V_o} = V_{ф.max} - t\sigma_{V_ф}, \text{ км/ч,}$$ где

(8.2)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$V_{ф.max}$ - максимально возможная или максимально безопасная, обеспеченная скорость движения одиночного легкового автомобиля на данном участке дороги при фактическом её состоянии;

t - функция доверительной вероятности или гарантийный коэффициент;

$\sigma_{V_ф}$ - среднее квадратическое отклонение скорости движения свободного транспортного потока.

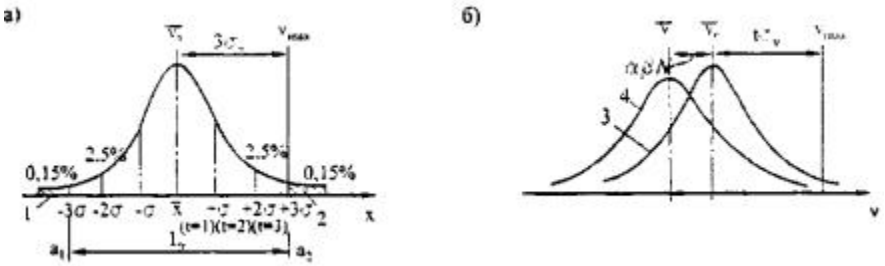


Рис. 8.1. Связь между максимальной и средней скоростями:
а - границы доверительного интервала; б - кривые распределения скоростей одиночных автомобилей и транспортного потока;
1, 2 - доля значений скорости, лежащей ниже и выше границ доверительного интервала; 3, 4 - кривые распределения скоростей одиночных автомобилей и транспортного потока; a_1, a_2 - нижняя и верхняя границы доверительного интервала; I_a - доверительный интервал

Значения t принимают в зависимости от доверительной вероятности при одностороннем ограничении:

доверительная вероятность, %	85	90	95	99,85
расчётное значение t	1,04	1,28	1,64	3,0

Средняя скорость транспортного потока в данном сечении дороги при данном состоянии:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\overline{V} = \overline{V}_o - \Delta V, \text{км/ч,}$$ где

(8.3)

DV = a·b·N - снижение скорости автомобилей под воздействием интенсивности и состава транспортного потока, км/ч;

a - коэффициент, учитывающий влияние интенсивности движения;

b - коэффициент, учитывающий состав транспортного потока (численно равен доле грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов, движущихся по полосе);

N - интенсивность движения, авт/сут (для автомобильных магистралей принимается по каждому направлению отдельно).

Расчётная часовая интенсивность

$N_ч = g \cdot N_{сут}$, где

(8.4)

g - коэффициент пересчёта суточной интенсивности в часовую, принимается равным 0,076-0,10.

Значения DV в зависимости от интенсивности и состава движения приведены на рис. 8.2. Таким образом, общая зависимость, связывающая между собой значения скоростей движения автомобилей на дороге:

$$\overline{V} = V_{ф\,max} - t \cdot \sigma_{V_ф} - \alpha \cdot \beta \cdot N$$

(8.5)

или

$$\overline{V} = 120 \cdot K_{рс} - t \cdot \sigma_{V_ф} - \Delta V, \text{км/ч,}$$ где

(8.6)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

K_{pc} - коэффициент обеспеченности расчетной скорости.

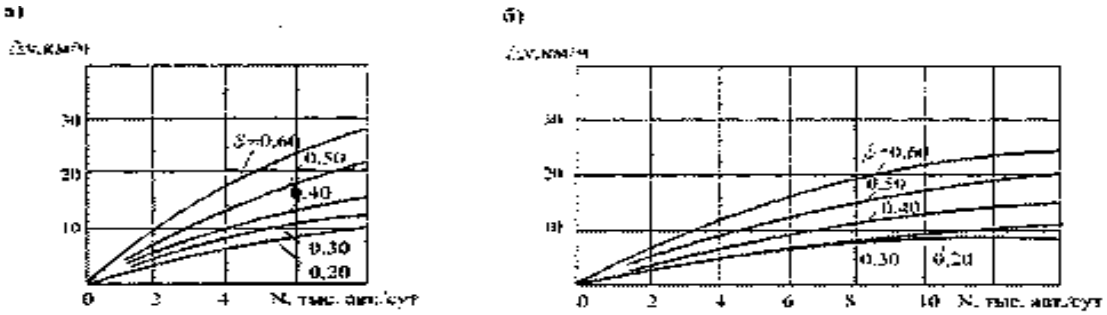


Рис. 8.2. Влияние интенсивности и состава движения на снижение средней скорости:
а - на двухполосных дорогах; б - на четырёхполосных автомобильных магистралях с разделительной полосой

На существующих дорогах эти скорости могут быть получены на основании непосредственных измерений скорости движения автомобилей. При этом могут быть применены различные способы:

а) измеряют скорости движения одиночных легковых автомобилей наиболее распространённых типов при свободных условиях движения или скорости легковых автомобилей, идущих во главе группы автомобилей при частично связанных условиях движения. Для получения объективных данных необходимо сделать не менее 30 замеров в каждом створе. На основе измерений строят кумулятивные кривые распределения скоростей, а за фактическую максимальную скорость принимают скорость легкового автомобиля 85 %-ной обеспеченности (рис. 8.3);

б) измеряют скорости движения всех автомобилей (легковых и грузовых) и строят кумулятивные кривые распределения скоростей транспортного потока, а за фактическую максимальную принимают скорость 95 %-ной обеспеченности;

в) для предварительной и ориентировочной оценки допускается определить максимальную скорость методом следования за лидером. При этом скорость на каждом километре и на каждом характерном участке определяют по спидометру легкового автомобиля, который движется за одиночным или головным легковым автомобилем. На каждом участке производят не менее 3-4 проездов, по которым определяют среднюю скорость. Фактическую максимальную скорость принимают на 10-20 % выше средней из этих замеров.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

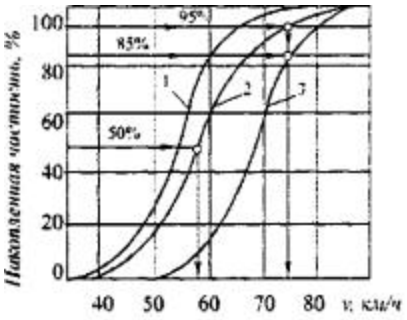


Рис. 8.3. Кумулятивные кривые распределения скоростей по уровню обеспеченности:
1 - грузовые автомобили; 2 - транспортный поток; 3 - легковые автомобили

Среднеквадратическое отклонение в км/ч определяют по формулам:

при $n > 30$

$$\sigma_{V_\phi} = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n}};$$

(8.7)

при $n < 30$

$$\sigma_{V_\phi} = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}},$$ где

(8.8)

x - измеренная скорость, км/ч;

$\bar{x}$ - среднеарифметическая скорость из всех измеренных значений;

n - количество измерений.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При отсутствии данных непосредственных измерений максимальная скорость движения на каждом характерном участке может быть определена аналитическим путём исходя из схем расчёта требований к геометрическим параметрам и транспортно-эксплуатационным характеристикам. Основной задачей при этом является обязательный учёт влияния метеорологических факторов на состояние дороги, взаимодействия автомобиля с дорогой и восприятия водителем условий движения. В этом случае необходимые для определения средней скорости транспортного потока значения среднеквадратического отклонения определяют по формуле

$$\sigma_{V_\phi} = a_o + b \cdot V^2_{\phi\,max}, \text{ км/ч.}$$

(8.9)

Значения a_o и b приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Характеристика дорог	Расчётные значения коэффициентов a_o и b при определении величины среднеквадратического отклонения					
	$s$max		s_{cp}		$s$min	
	a_o	b	a_o	b	a_o	b
Двухполосные дороги	3,5	0,001	3,0	0,0008	2,5	0,0006
Автомагистрали с разделительной полосой	0	0,00068	0	0,00056	0	0,00041

Максимальные значения s_ϕ принимают для двухполосных дорог, если в потоке более 70 % грузовых автомобилей, автобусов и автомобилей с прицепами; минимальные - при их числе менее 40 %. Для автомагистралей максимальные значения принимают для правой крайней полосы, а минимальные - для левой.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При определении средней скорости транспортного потока на стадии проектирования за минимально возможную может быть принята расчётная скорость для дороги данной категории с учётом рельефа местности.

На скорость движения автомобилей помимо транспортно-эксплуатационного состояния дороги существенное влияние оказывает интенсивность и состав транспортного потока (рис. 8.4).

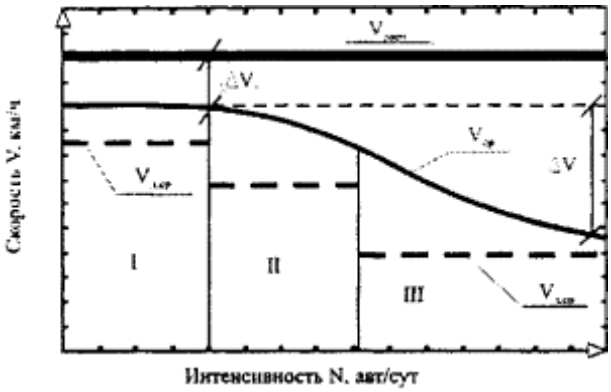


Рис. 8.4. Зависимость скорости от интенсивности движения:
I, II, III - зоны свободного, связанного и насыщенного потока; $V_{расч}$, $V_{ср}$, $V_{д.ср}$ - расчётная, средняя и допустимая средняя скорость движения;

$\Delta V_1 = t \cdot \sigma_{V_\phi}$ - влияние размаха скоростей в свободном потоке; DV = a·b·N - влияние интенсивности и состава движения на среднюю скорость

В упрощённом виде можно выделить несколько характерных зон влияния интенсивности на среднюю скорость движения. Более детально это деление приводится в п. 8.4.

При свободном транспортном потоке каждый автомобиль имеет возможность наиболее полно реализовать желаемую скорость движения с учётом реальной дорожной обстановки. При этом интенсивность движения практически не оказывает влияния на выбор этой скорости. Максимальная скорость в наибольшей степени зависит от дорожных условий, водителя и динамических качеств автомобиля, а средняя скорость зависит от разницы между скоростями отдельных автомобилей.

С увеличением интенсивности образуется связанный поток, в котором заметно ощущаются взаимные помехи автомобилей, не позволяющие водителям большей части автомобилей реализовать желаемую скорость, вследствие чего снижается

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

средняя скорость движения транспортного потока. При этом возникающие взаимные помехи автомобилей могут превышать влияние дорожных условий. Дальнейшее увеличение интенсивности приводит к образованию плотного или насыщенного потока и еще большему снижению средней скорости движения, главной причиной которого являются взаимные помехи автомобилей, не позволяющие водителям реализовать желаемые скорости, возможные по транспортно-эксплуатационному состоянию дороги. Если интенсивность движения превышает пропускную способность данной дороги, то заторы и пробки неизбежны даже при самом высоком уровне её содержания.

Кардинально изменить положение в этой ситуации может снижение интенсивности и выравнивание транспортного потока по каждой полосе проезжей части, т.е. реконструкция дороги с переводом её в более высокую категорию или увеличение числа полос движения.

Наличие объективной функциональной зависимости между максимально возможной безопасной скоростью отдельного автомобиля, обеспеченной дорожными условиями, средней скоростью свободного движения автомобилей и средней скоростью транспортного потока позволяет обоснованно выбрать критерий оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог по его влиянию на скорость движения. Таким критерием следует считать максимальную возможную безопасную скорость в реальных дорожных условиях. Этот критерий наиболее объективно позволяет оценить все достоинства и недостатки дороги с позиций их истинного влияния на потребительские свойства дороги. Средняя скорость транспортного потока не может служить объективным критерием оценки состояния дороги, поскольку она во многом зависит от интенсивности и состава транспортного потока. Это критерий оценки функционирования системы «дорожные условия - транспортные потоки». Тем не менее, учитывая решающее влияние средней скорости транспортного потока на технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта, в ряде стран нормируется минимальная величина средней скорости, которая должна быть обеспечена дорогой при соответствующей интенсивности движения. Если средняя скорость опускается ниже этого предела, дорога признается не соответствующей требованиям движения и подлежит реконструкции.

Определение среднегодовой скорости движения транспортного потока. В большинстве технико-экономических расчётов необходимо знать среднегодовую среднюю скорость движения транспортного потока.

На каждом характерном участке (прямой, кривая в плане и профиле, спуск-подъём и т.д.) её определяют по формуле

$$\overline{V}_{сгу}^{i} = \frac{1}{365}\left(\overline{V}_{сух} \cdot T_{сух} + \overline{V}_{м} \cdot T_{м} + \overline{V}_{сн} \cdot T_{сн} + \overline{V}_{сн.м} \cdot T_{сн.м} + \overline{V}_{г} \cdot T_{г}\right)$$ где

(8.10)

$\overline{V}_{сух}, \overline{V}_{м}$ и т.д. - скорость движения транспортного потока в одном направлении движения при соответствующем состоянии поверхности покрытия. Определяется по формулам 8.5 и 8.6;

$T_{сух}$, $T_{м}$ и т.д. - продолжительность различных состояний поверхности покрытия.

Вычислив среднюю среднегодовую скорость на каждом участке, определяют среднегодовую средневзвешенную скорость движения транспортного потока по всей дороге:

$$\overline{V}_{сгд} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \overline{V}_{сгу}^{i} \cdot l_i}{L}, \text{км/ч},$$ где

(8.11)

l_i - длина каждого характерного участка, км;

L - общая длина дороги, км.

Полный учёт влияния климата и уровня содержания дороги позволяет получить фактические технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта на эксплуатируемой дороге. В практической деятельности для приблизительных расчётов можно воспользоваться некоторыми ориентировочными соотношениями скоростей движения автомобилей. По данным наблюдений среднюю скорость транспортного потока можно принять по соотношению

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\overline{V} = (0{,}7...0{,}8)V_{\phi.max}, \text{ км/ч.}$$

Меньшие значения принимают при $V_{\phi.max}$ = 100 км/ч и выше или при доле грузовых автомобилей 50 % и более.

Средняя скорость грузовых автомобилей

$$\overline{V}_{гр} = 0{,}92 \cdot \overline{V};$$

средняя скорость легковых автомобилей

$$\overline{V}_{л} = 1{,}3 \cdot \overline{V}.$$

8.3. Влияние параметров и состояния дороги на скорость движения автомобилей

При оценке транспортно-эксплуатационного состояния дорог необходимо в первую очередь определить фактическую максимально возможную безопасную скорость движения одиночного расчетного автомобиля на каждом характерном участке дороги, а затем определить среднюю скорость транспортного потока, установив его интенсивность и состав. Все эти показатели могут быть измерены непосредственно на каждом участке дороги, при каждом её состоянии для различных интенсивности и состава движения. Такие измерения многократно проводились исследователями [2, 10, 69].

На основе анализа и обобщения результатов проф. А.П. Васильев разработал методику оценки влияния основных параметров и характеристик состояния автомобильных дорог и транспортного потока на скорость движения на каждом характерном участке дороги, которая позволяет выполнить эту оценку аналитическим путем [12, 69].

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

На скорость движения и коэффициент обеспеченности расчётной скорости оказывают влияние ширина укрепленной поверхности дороги, ширина и состояние обочин, продольный уклон, радиусы вертикальной выпуклой кривой, радиусы кривых в плане, расстояние видимости, ровность и сцепные качества покрытий.

Задача оценки степени влияния каждого отдельного параметра на скорость движения состоит в том, чтобы установить механизм этого влияния и физический смысл, выбрать расчётную схему и дать математическое описание, позволяющее определить максимальную скорость расчетного автомобиля. При этом чтобы исключить взаимное влияние других параметров и факторов, их характеристики принимают равными эталонным. Во многих случаях одна расчётная схема позволяет определить влияние нескольких элементов или факторов (т.е. их совместное влияние) на скорость. Например, расчётная схема определения максимальной скорости на подъёме позволяет исследовать влияние величины уклона (геометрического параметра дороги), состояние поверхности дороги через коэффициент сцепления и коэффициент сопротивления качению, а через них и влияние осадков, влажности воздуха и других метеорологических факторов.

Все параметры и характеристики дорог определяют непосредственными измерениями и наблюдениями при первом составлении линейного графика комплексного показателя ТЭС АД в течение одного года: в середине лета, когда определяют все параметры и характеристики, во второй половине осени и во второй половине зимы, когда определяют только переменные параметры и характеристики (ширину чистой фактически используемой укреплённой поверхности и состояние покрытия, ширину и состояние обочин, интенсивность и состав движения, ровность покрытия и коэффициент сцепления, состояние инженерного оборудования и обустройства и т.д.). Данные об основных параметрах могут быть получены из паспорта дороги.

Расчётные периоды и расчётные состояния поверхности дороги. Оценку транспортно-эксплуатационного состояния дорог выполняют, как правило, для трёх периодов года: летнего, весеннего или осеннего и зимнего. Допускается выполнять указанную оценку для двух периодов: в I-IV дорожно-климатических зонах для весеннего или осеннего и зимнего, в V зоне - летнего и зимнего.

Каждому периоду года соответствует характерное состояние поверхности дороги, формирующееся под влиянием метеорологических условий, уровня содержания дороги и транспортного потока. За расчетные могут быть приняты состояния поверхности дороги, указанные в п. 4.3.

Каждому расчётному состоянию покрытия соответствуют определённые величины коэффициента сопротивления качению и коэффициента сцепления, изменяющиеся в зависимости от скорости.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Основные параметры и характеристики, оказывающие прямое влияние на скорость движения, оцениваются частными коэффициентами обеспеченности расчётной скорости.

Совокупность всех наиболее важных параметров и характеристик дороги, прямо влияющих на скорость движения, оценивается итоговым коэффициентом обеспеченности расчётной скорости

$\left(K_{рс}^{итог}\right)$ на каждом характерном участке дороги (прямые участки, продольные уклоны, кривые в плане и профиле, сужения проезжей части и обочин, участки с ограждениями, направляющими столбиками или надолбами и другими боковыми помехами, участки с ограниченной видимостью, пересечения и примыкания с другими дорогами и т.д.). При выделении характерных участков учитывают зоны влияния отдельных элементов дороги (табл. 8.2).

Таблица 8.2

Зоны влияния отдельных элементов дороги

Элемент дороги	Зоны влияния, м		
	зимой	осенью и весной	летом
Подъемы и спуски	За вершинной - 100, у подошвы - 150		
Пересечения в одном уровне:			
при наличии твердого покрытия на пересекаемой дороге	По 100 м в каждую сторону	По 50 м в каждую сторону	По 50 м в каждую сторону
при отсутствии твердого покрытия на пересекаемой дороге	По 100 м в каждую сторону	По 100-500 м в каждую сторону в зависимости от типа грунта	По 100-500 м в каждую сторону в зависимости от типа грунта

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Пересечения в разных уровнях	В пределах между примыканиями переходно-скоростных полос или правоповоротных съездов	
Кривые в плане с обеспеченной видимостью при радиусах менее 400 м	По 50 м от начала и конца кривой	
Кривые с необеспеченной видимостью при любом радиусе	По 100 м от начала и конца кривой	
Мосты, трубы и другие сужения	По 100 м от начала до конца сужения	По 75 м от начала и конца сужения
Автобусные остановки	По 100 м в обе стороны	
Населённые пункты	По 100 м от границ застройки	

Значение итогового коэффициента обеспеченности расчётной скорости на каждом характерном участке для расчётных периодов года по условиям движения принимают равным наименьшему из всех частных коэффициентов на этом участке. Для этого строят линейный график, на который наносят сокращённый продольный профиль и план дороги и основные параметры и характеристики, частные и итоговые значения коэффициента обеспеченности расчётной скорости, а также обобщённую оценку ТЭС АД для каждого периода года. Указанный график является итоговым документом оценки ТЭС АД. Значение коэффициентов обеспеченности расчётной скорости на существующей дороге рекомендуется определять на основании непосредственных измерений скорости движения одиночного легкового автомобиля.

Учитывая большую трудоёмкость непосредственных измерений скорости на всех характерных участках дороги, допускается определять её аналитическим методом. Для этого необходимо осуществить диагностику состояния дороги, собрать информацию о геометрических параметрах и физических характеристиках состояния дороги, а затем расчётным путём получить значения скорости, руководствуясь приводимыми далее рекомендациями.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для предварительных усреднённых расчётов можно воспользоваться поправочными коэффициентами, учитывающими изменения интенсивности движения и характеристик дорог в различные периоды года (табл. 8.3).

Таблица 8.3

Поправочные коэффициенты к параметрам и характеристикам дорог в разные сезоны года (за единицу приняты летние условия)

Параметры и характеристики	Осень	Зима	Весна
Сезонные колебания интенсивности движения	1,2-1,4[1]	0,7-1,0[2]	0,8-0,9
Эффективно используемая ширина проезжей части:			
при неукреплённых обочинах	0,95-1,0	0,8-0,98[3]	0,95-1,0
при укреплённых обочинах	1,0	0,95-1,0	1,0
Уменьшение ширины обочин:			
неукреплённых	0,5-1,03[3]	0,5-1,0[3]	0,5-1,0[3]
укреплённых	1,0	0,5-1,0[3]	1,0
Ограничение видимости на кривых в плане	1,0	0,7-1,0	1,0
Ограничение видимости на прямых участках из-за снегопадов, туманов и метелей[4]	0.8-1,0	0,8-1,0	1,0
Уменьшение ширины проезжей части мостов	0.9-1,0	0,8-1,0	1,0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Изменение соотношения интенсивности движения по дорогам, пересекающимся в одном уровне:			
в связи с использованием съездов на полевые дороги	1,0-1,4	0,9-1,0	1,0-1,4
в связи с колебаниями интенсивности движения на основной дороге	1,2-1,4	0,7-1,4	0,8-0,9
Изменение видимости на пересечениях в одном уровне	1,0	0,2-1,0[5]	1,0
Скользкость покрытия	0,7-1,0	0,5-0,8[6]	0,8-1,0

П р и м е ч а н и я: 1. Верхний предел для дорог I и II категорий, нижний - III и IV.

2. Верхний предел для дорог III и IV категорий, нижний - I и II.

3. Большие размеры принимают при очистке обочин на всю ширину.

4. Расстояние видимости летом по метеорологическим условиям 500 м.

5. Меньшее значение относится к пересечениям, на которых снежные валы из пределов треугольника видимости не убирают.

6. Верхний предел принимают при 100 %-ной обеспеченности дорожной службы машинами для зимнего содержания, нижний - для 30 %-ной обеспеченности и менее от расчётной потребности.

Влияние ширины укреплённой поверхности дороги на обеспеченность расчётной скорости оценивают исходя из понятия «ширины психологического коридора», предложенного в работах [12, 13]. «Психологический коридор» - это ширина поверхности дороги, которая оказывает психологическое воздействие на водителя при выборе траектории и режима движения (рис. 8.5).

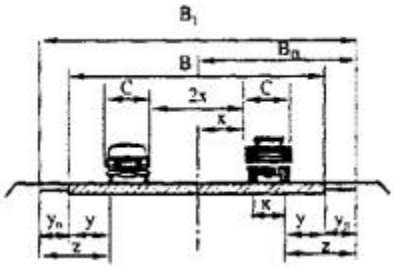


Рис. 8.5. Расчётная схема для определения ширины укреплённой поверхности при встречном движении:
B_1 - ширина укреплённой поверхности; $B_П$ - ширина психологического коридора

Общая ширина психологического коридора

$$B_П = \frac{C + K + 2X}{2} + Z; \text{ м.}$$

(8.12)

Обозначения приведены на рис. 8.5.

Сокращение ширины укреплённой поверхности приводит к уменьшению ширины психологического коридора. Вместе с этим снижается и скорость движения. Величина снижения скорости при уменьшении ширины укрепленной поверхности существенно зависит от интенсивности движения. С учетом этих факторов предложены расчетные формулы для определения максимальной скорости и коэффициента обеспеченности расчётной скорости, которые имеют вид:

$$V_{ф\,max} = K_1\left(B_{1ф} - B_П\right), \text{ км/ч;}$$

(8.13)

$$K_{рс} = K_2\left(B_{1ф} - B_П\right), \text{ где}$$

(8.14)

K_1 и K_2 - коэффициенты, учитывающие интенсивность и расчётную схему движения;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$B_П$ - минимальная ширина психологического коридора для различных расчётных схем, м.

Расчётные формулы, значения K_1, K_2 и $B_П$, а также пределы применимости расчётных формул по интенсивности движения приведены в табл. 8.4.

Таблица 8.4

Расчётная схема	Расчётные формулы	Границы применения по интенсивности движения, физич. авт./сут		
		летом	в переходные периоды	зимой
1. Свободное движение одиночного автомобиля	$V_{ф\,max} = K_1(B_{1ф} - 3{,}1)$, $K_{рс} = K_2(B_{1ф} - 3{,}1)$, где $K_1 = 40$: $K_2 = 0{,}33$	<700	<600	<500
2. Движение в частично связанном потоке на двухполосной проезжей части при интенсивности, авт./сут а) 500-1500	$V_{ф\,max} = K_1(B_{1ф} - 4)$,	700-1500	600-1200	500-1000

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	$K_{ус} = K_2(B_{1ф} - 4)$, где при $B1ф$ до 7 м K_1 = 42,8; K_2 = 0,36 при $B1ф$ от 7 м K_1 = 40; K_2 = 0,33			
б) 1500-4200	$V_{ф\,max} = K_1(B_{1ф} - 4)$, $K_{ус} = K_2(B_{1ф} - 4)$, где K_1 = 36,4; K_2 = 0,30	1500-4200	1200-3600	1000-3000
3. Движение при интенсивном встречном потоке на двухполосной проезжей части	$V_{ф\,max} = K_1(B_{1ф} - 4)$, $K_{ус} = K_2(B_{1ф} - 4)$, где K_1 = 30,7; K_2 = 0,25	>4200	>3600	>3000
4. Движение на трёхполосной проезжей части: а) при полной разметке		>7000	>6000	>5000

	$V_{\phi\,max} = K_1(B_{1\phi} - 7{,}3)$, $K_{pc} = K_2(B_{1\phi} - 7{,}3)$, где K_1 = 25,7; K_2 = 0,21			
б) при отсутствии разметки	$V_{\phi\,max} = K_1(B_{1\phi} - 8{,}5)$, $K_{pc} = K_2(B_{1\phi} - 8{,}5)$, где при $B_{1\phi}$ до 11 м K_1 = 38; K_2 = 0,32; при $B_{1\phi}$ от 11,1 до 12,5 м K_1 = 26,4; K_2 = 0,22; при $B_{1\phi}$ > 12,5 м K_1 = 23,2; K_2 = 0,19	>7000	>6000	>5000
5. Движение на проезжей части одного направления четырёхполосной автомагистрали с разделительной полосой, м: а) более 5	$V_{\phi\,max} = K_1(B_{1\phi} - 4{,}1)$, $K_{pc} = K_2(B_{1\phi} - 4{,}1)$,	< 15000	< 12000	< 12000

	где при $B_{1ф}$ до 8 м K_1 =36; K_2 = 0,30; при $B_{1ф}$ от 8,1 до 9,75 м K_1 = 30,9; K_2 = 0,26			
б) до 5	$V_{ф\,max} = K_1(B_{1ф} - 4{,}1)$, $K_{рс} = K_2(B_{1ф} - 4{,}1)$, где K_1 = 30,9; K_2 = 0,26	< 12000	< 10000	< 10000

Для определения обеспеченной скорости необходимо иметь данные о фактически используемой для движения ширине укреплённой поверхности дороги $B_{1ф}$, т.е. ширине чистой проезжей части и краевых укреплённых полос. При отсутствии данных непосредственных измерений она может быть вычислена по формуле

$B_{1ф} = B + 2b - 2b_3$, м, где
(8.15)

B - ширина проезжей части, м;

b - ширина краевой укреплённой полосы, м;

b_3 - ширина полосы загрязнения у кромки проезжей части или краевой укреплённой полосы, м.

Ширина полос загрязнения в зимний и осенне-весенний периоды зависит от параметров дороги, типа укрепления обочин и уровня содержания дороги. Ширину полос загрязнения определяют путём непосредственных измерений на каждом характерном участке, а при отсутствии данных непосредственных измерений принимают в зависимости от типа укрепления обочин (табл. 8.5).

Таблица 8.5

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Вид укрепления обочины	В зимний период			В осенне-весенние периоды	
	На прямых участках и на кривых в плане радиусом более 600 м при высоте насыпи больше высоты снежного покрова	На кривых в плане радиусом 200-600 м при высоте насыпи больше высоты снежного покрова	На снегозаносимых участках, на участках с ограждениями, направляющими столбиками, тумбами, парапетами	На прямых участках и на кривых в плане радиусом более 200 м	На кривых в плане радиусом менее 200 м и на участках с ограждениями, направляющими столбиками, тумбами, парапетами
Слой щебня или гравия	0,2-0,4 0,4-0,5	0,3-0,5 0,5-1,0	0,3-0,5 0,6-1,2	0,1-0,3 0,2-0,4	0,1-0,3 0,3-0,5
Засев травой	0,2-0,75 0,4-1,0	0,3-0,5 0,6-1,2	0,3-0,5 1,2-1,8	0,1-0,3 0,4-0,6	0,1-0,3 0,5-1,0
Обочины не укреплены	0,2-0,75 0,4-1,0	0,4-0,6 1,2-1,8	0,4-0,6 1,2-2,0	0,1-0,5 0,6-0,8	0,1-0,5 1,0-1,5

Примечания: 1. В числителе для дорог I-II категорий, в знаменателе для дорог III-IV категорий.

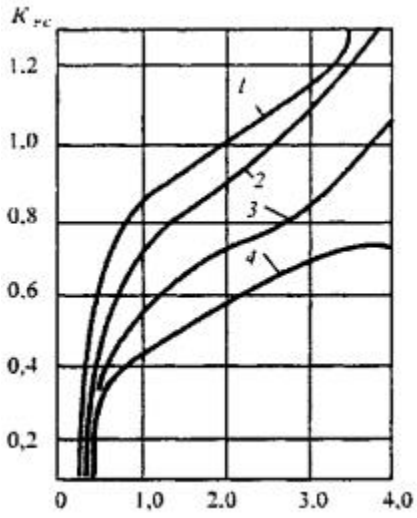
2. Ширина полосы загрязнения зависит от оснащения дорожных организаций машинами для содержания дорог. При оснащении, равном 100 % нормативной потребности, ширину полосы загрязнения принимают минимальной, при 60-70 % оснащённости принимают средние значения, а при оснащении менее 50 % - максимальные.

3. При устройстве на обочинах покрытия шириной более 1,5 м из асфальтобетона, цементобетона или из материалов, обработанных вяжущими, сокращения ширины укреплённой поверхности не происходит.

Влияние **ширины и типа укрепления обочин** на скорость движения до определенной степени соизмеримо с влиянием ширины укрепленной поверхности дороги. Однако расчетных формул оценки этого влияния не разработано.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Установлено, что наибольшее влияние оказывает вид и состояние полосы обочины шириной от кромки проезжей части до 1,5 м. Обработка данных экспериментальных наблюдений позволила получить зависимость скорости от ширины обочин (рис. 8.6).



Ширина обочин, м

Рис. 8.6. Влияние ширины и типа укрепления обочин на коэффициент обеспеченности расчётной скорости:
1 - обочина укреплена цементобетоном, асфальтобетоном или каменными материалами, обработанными вяжущим; 2 - обочина, укреплённая слоем щебня или гравия; 3 - это же, засевом трав; 4 - обочина не укреплена

Оценку влияния продольного уклона на обеспеченность расчётной скорости выполняют для наиболее характерного (расчетного) состояния покрытия в зимний и осенне-весенний периоды года, каждое из которых характеризуется величиной коэффициента сопротивления качению и коэффициента сцепления.

Различают три расчётных схемы при оценке влияния продольного уклона:

а) возможная скорость при движении на подъём по динамическим характеристикам автомобиля;

б) то же, по соотношению сил сцепления и сопротивления движению;

в) скорость, допустимая при движении на спуск по условиям безопасности в зависимости от видимости поверхности дороги и коэффициента сцепления.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Максимальная скорость движения автомобиля на горизонтальном участке и на подъёме может быть определена по динамической характеристике автомобиля (рис. 8.7) исходя из условия

$D = i + f_v$ или $D = Y$.

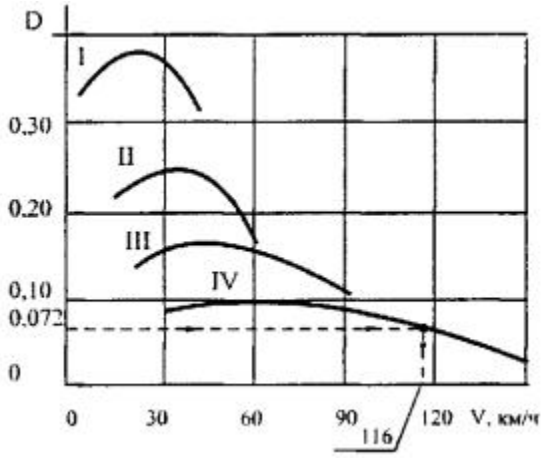


Рис. 8.7. График динамических характеристик автомобиля ГАЗ-24 «Волга»

Сложность заключается в необходимости учёта изменения сопротивления качанию с увеличением скорости. Поэтому задачу решают итерационным методом. Аналогично можно определить максимальную скорость при движении на подъем для различных состояний покрытия из уравнения мощностного баланса автомобиля, решая его относительно скорости. Однако скорость, получаемая по тяговой характеристике или мощностному балансу двигателя, далеко не всегда может быть реализована из-за соотношения сил сопротивления качанию и сил сцепления, особенно при движении на подъём. Скорость, возможную по этим условиям, определяют по формуле. Затем из скоростей, полученных по тяговым характеристикам автомобиля, и из соотношения сил сопротивления качению и сцепления выбирают меньшее значение и принимают в расчёт. Зависимость обеспечения скорости от величины продольного уклона приведена в табл. 8.6, а.

Анализ расчётов показывает, что при движении по заснеженному или обледенелому покрытию скорость чаше ограничена не тяговыми характеристиками автомобиля, а именно соотношением сцепных качеств и сопротивления качению. В зависимости от влажности выпавшего снега и его плотности остановки легковых автомобилей при движении на подъём с уклоном в 30 % могут наблюдаться при толщине слоя более 70 мм, а на уклонах 60 % уже при толщине более 50 мм.

Максимальная допустимая скорость автомобиля на спуске может быть определена из формулы определения видимости поверхности дороги при внезапном торможении:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$S = \frac{V \cdot t}{3,6} + \frac{K_э V^2}{254(\varphi \pm f \pm i)} + l_o, \text{ м,}$$

где

(8.16)

V - начальная скорость автомобиля, км/ч;

$K_Э$ - коэффициент эксплуатационного состояния тормозов: для легковых автомобилей принимают 1,2; для грузовых 1,3-1,4; при скоростях движения более 90-100 км/ч принимают 2,4;

t - время реакции водителя, принимают 1 с;

l_o - расстояние безопасности перед препятствием, принимают 5-10 м.

Из этого уравнения для принятой видимости определяют максимально допустимую скорость движения на спуске.

В уравнение входят два основных показателя, характеризующих условия движения: видимость и коэффициент сцепления, что дает возможность определить их совместное воздействие при различных сочетаниях. Сложность точного решения заключается в том, что величина коэффициента сцепления и сопротивления качению, входящие в формулу, изменяются с изменением скорости. Поэтому точное решение может быть получено методом итерации. Результаты такого расчёта приведены в табл. 8.6, б. Анализ полученных результатов показывает, что высокая скорость на спуске может быть обеспечена только на сухом, чистом покрытии.

Таблица 8.6

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости, учитывающего влияние продольных уклонов при различных состояниях покрытия

а) Движение на подъём

Продольный уклон, ‰	Состояние дорожного покрытия								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

0	1,11	1,06	1,03	0,80	0,69	0,61	0,39	0,27	0,50
10	1,06	1,02	0,98	0,74	0,64	0,55	0,33	0,21	0,42
20	1,02	0,97	0,93	0,69	0,59	0,49	0,27	0,15	0,35
30	0,97	0,93	0,90	0,64	0,54	0,42	0,21	0,09	0,27
40	0,93	0,89	0,86	0,59	0,49	0,36	0,15	0,03	0,20
50	0,89	0,85	0,82	0,54	0,44	0,30	0,09	-	0,12
60	0,85	0,81	0,78	0,49	0,39	0,24	0,03	-	0,05
70	0,81	0,77	0,75	0,44	0,33	0,18	-	-	-
80	0,77	0,74	0,71	0,39	0,28	0,13	-	-	-

б) Движение на спуск

Продольный уклон, ‰	Состояние дорожного покрытия								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расстояние видимости поверхности дороги 55 м									
20	0,54	0,44	0,39	0,40	0,33	0,35	0,36	0,37	0,24
40	0,54	0,44	0,38	0,39	0,32	0,34	0,36	0,36	0,22

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

60	0,53	0,43	0,38	0,38	0,31	0,33	0,34	0,35	0,20
80	0,53	0,42	0,37	0,37	0,30	0,31	0,33	0,34	0,18
Расстояние видимости поверхности дороги 100 м									
20	0,80	0,62	0,55	0,56	0,45	0,48	0,51	0,52	0,32
40	0,80	0,61	0,54	0,54	0,44	0,46	0,49	0,51	0,30
60	0,79	0,60	0,52	0,53	0,42	0,45	0,48	0,49	0,27
80	0,78	0,59	0,51	0,51	0,40	0,43	0,46	0,47	0,24
Расстояние видимости поверхности дороги 200 м									
20	1,17	0,80	0,70	0,76	0,60	0,64	0,68	0,71	0,42
40	1,00	0,80	0,65	0,74	0,58	0,62	0,66	0,68	0,38
60	0,95	0,75	0,60	0,72	0,55	0,59	0,64	0,65	0,34
80	0,90	0,70	0,58	0,70	0,52	0,57	0,61	0,64	0,30
Расстояние видимости поверхности дороги 300 м									
20	1,25	0,80	0,75	0,89	0,70	0,74	0,79	0,82	0,48
40	1,00	0,80	0,70	0,86	0,66	0,71	0,76	0,79	0,43

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

60	0,95	0,76	0,65	0,83	0,63	0,68	0,73	0,76	0,39
80	1 0,90	0,75	0,60	0,80	0,60	0,65	0,70	0,73	0,33
Расстояние видимости поверхности дороги 500 м									
20	1,25	0,80	0,80	1,00	0,80	0,86	0,92	0,96	0,55
40	1,00	0,80	0,77	0,90	0,76	0,82	0,89	0,92	0,49
60	0,95	0,80	0,75	0,84	0,72	0,78	0,85	0,89	0,43
80	0,90	0,80	0,70	0,82	0,68	0,74	0,81	0,85	0,37

П р и м е ч а н и я: 1. Значения K_{pc4} даны для покрытия из асфальтобетона без шероховатой обработки. Для покрытий с шероховатой поверхностной обработкой значения K_{pc4}, следует увеличить на 10-15 %. 2. Состояние покрытия: 1 - сухое чистое; 2 - мокрое чистое; 3 - мокрое загрязнённое; 4 - уплотнённый снег; 5 - слой рыхлого снега толщиной до 10 мм; 6 - слой рыхлого снега толщиной от 10 до 20 мм; 7 - слой рыхлого снега толщиной от 20 до 40 мм; 8 - слой рыхлого снега толщиной от 40 до 60 мм; 9 - гололёд.

Оценку влияния видимости поверхности дороги выполняют по тому же принципу, что и оценку скорости на спуске, решая уравнение (8.16) для горизонтального участка дороги при различных состояниях (табл. 8.7).

Таблица 8.7

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости, учитывающего влияние расстояния видимости поверхности дороги

Состояние покрытия	Расстояние видимости поверхности дороги, м					
	55	100	200	300	500	750

1	0,55	0,81	1,18	1,25	1,25	1,25
2	0,45	0,63	0,80	0,80	0,80	0,80
3	0,40	0,56	0,77	0,80	0,80	0,80
4	0,41	0,57	0,78	0,91	1,08	1,20
5	0,34	0,47	0,63	0,72	0,84	0,92
6	0,36	0,49	0,67	0,77	0,89	0,98
7	0,37	0,52	0,71	0,82	0,96	1,06
8	0,38	0,54	0,73	0,85	0,99	1,10
9	0,26	0,35	0,46	0,52	0,60	0,65

Примечание. Состояние покрытия см. табл. 8.5.

Оценку влияния радиуса вертикальных выпуклых кривых выполняют также исходя из необходимого тормозного пути перед препятствием по формуле

$$V = \sqrt{127 \cdot R\left(\frac{19,6 \cdot \varphi \cdot R_{вып}}{K_э}\right)}, \text{ км/ч,} \quad (8.17)$$

где

$R_{вып}$ - радиус вертикальной выпуклой кривой, м.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

На кривых в плане максимальную обеспеченную скорость движения с учётом состояния покрытия и уклона виража определяют по формуле

$$V = \sqrt{127 \cdot R \cdot (\varphi_2 \pm i_B)}, \text{км/ч}, \text{ где} \quad (8.18)$$

R - радиус кривой, м;

j_2 - коэффициент поперечного сцепления принимают (0,6-0,8)j;

i_B - угол виража в тысячных.

Поскольку величина сцепления зависит от скорости движения, решение этого уравнения выполняется итерационным методом. Результаты расчётов приведены в табл. 8.8.

Таблица 8.8

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости, учитывающего влияние радиуса кривых в плане и уклона виража

Состояние покрытия	Радиус кривой в плане, м										
	30	60	100	150	200	300	400	600	800	1000	1200
1	0,37	0,52	0,65	0,78	0,89	1,06	1,20	1,25	1,25	1,25	1,25
2	0,31	0,42	0,52	0,61	0,68	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3	0,28	0,38	0,48	0,57	0,64	0,75	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
4	0,24	0,33	0,42	0,49	0,55	0,64	0,71	0,81	0,92	0,94	0,98

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

5,6,7,8	0,23	0,31	0,39	0,46	0,51	0,59	0,66	0,75	0,78	0,78	0,82
9	0,18	0,25	0,31	0,37	0,41	0,48	0,53	0,60	0,61	0,60	0,62
Уклон виража, ‰	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30

Примечание. Состояние покрытия см. табл. 8.5.

Влияние коэффициента сцепления на обеспеченную скорость оценивают, решая уравнение определения видимости при торможении по формуле (8.16) относительно скорости при принятом значении видимости и коэффициента сцепления (рис. 8.8).

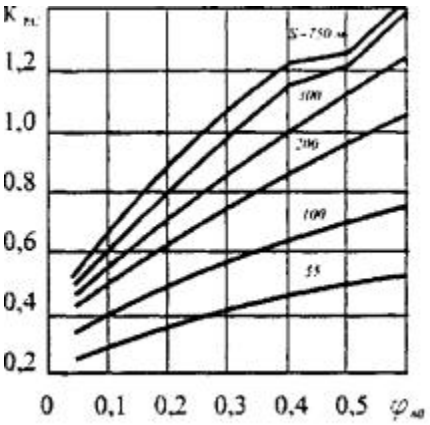


Рис. 8.8. Зависимость коэффициента обеспеченности расчётной скорости от сцепных качеств покрытия (цифры на кривых - расстояния видимости поверхности)

Влияние ровности на максимальную скорость определяют в случае измерения ровности (S_c, см/км), установкой ПКРС по формуле проф. А.П. Васильева:

$$V_{max} = \frac{7500}{\sqrt{S_c} + 0{,}15S_c}, \text{км/ч.}$$

(8.19)

При измерении ровности (S_c, см/км) толчкомером максимальную скорость определяют по формуле проф. В.М. Сиденко:

$$V_{max} = \frac{850}{\sqrt{S_c}}, \text{км/ч}.$$

(8.20)

По данным расчётов может быть построен линейный график обеспеченной скорости, а также определены значения средней скорости свободного движения и транспортного потока.

8.4. Оценка влияния климатических факторов на скорость движения

Условия движения на дорогах в период действия неблагоприятных метеорологических явлений значительно сложнее, чем в летний период времени при сухом, чистом покрытии и обочинах. Различия определяются целым рядом факторов, основными из которых являются:

снижение сцепных качеств покрытия, изменение механического взаимодействия автомобиля с дорогой и ухудшение ровности покрытия под воздействием осадков, гололёда, тумана, повышенной влажности воздуха и других факторов;

увеличение сопротивления движению за счет отложений снега, грязи, гололеда, появления неровностей на дороге, в результате чего сокращается свободная мощность двигателя автомобиля;

изменение очертания и внешнего вида проезжей части и обочин, изменение параметров поперечного профиля за счёт снежных отложений и образования после наката, что приводит к изменению восприятия дороги водителем;

уменьшение метеорологической видимости в периоды туманов, осадков, пурги, пыльных бурь, слепящего действия солнца, изменяющее восприятие условий движения водителем;

ухудшение эксплуатационно-технических качеств автомобиля и прежде всего систем обеспечения удобства и безопасности движения, к которым относятся тормозная система, рулевое управление, система обеспечения безопасности и видимости, сигнальная система.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Чем выше категория дороги, интенсивность и скорость движения, тем более ощутимо влияние погодно-климатических факторов на режим движения. Из числа климатических и метеорологических факторов наибольшее влияние имеют осадки в виде дождя, сухого или влажного снега, смешанные снегодождевые осадки, метель, ветер, иней, гололёд, температура и влажность воздуха, туман, солнечная радиация. Большое значение имеет интенсивность воздействия каждого фактора и совместное воздействие нескольких неблагоприятных факторов.

Положение осложняется тем, что на состояние поверхности дороги и условия движения одновременно воздействует несколько метеорологических факторов. Поэтому кроме оценки влияния на режим движения каждого отдельного метеорологического фактора необходимо оценивать и их совместное, комплексное влияние. Наибольшее влияние на режим движения оказывают метеорологические факторы, воздействующие на состояние поверхности дороги. Оценка их влияния выполняется совместно с оценкой геометрических параметров и характеристик дорог. Из других метеорологических факторов необходимо оценить влияние метеорологической дальности видимости и ветра на скорость движения.

Метеорологическая дальность видимости относится к факторам, воздействующим на режим движения через водителя. Однако степень ее влияния во многом зависит от состояния дороги и прежде всего сцепных качеств. Механизм воздействия метеорологической дальности видимости на режим движения автомобиля с некоторым допущением может быть принят аналогичным механизму влияния геометрической видимости на дороге. Допущение заключается в разнице понятий метеорологической дальности видимости и видимости поверхности дороги.

Дальностью видимости поверхности дороги (геометрическая видимость) считается расстояние, на котором водитель может увидеть лежащий на покрытии предмет. Влияние ограниченной геометрической видимости на скорость движения остаётся постоянным в течение длительного времени, но распространяется на короткие участки.

Метеорологической дальностью видимости (МДВ) называется наибольшее расстояние, на котором при данной прозрачности атмосферы абсолютно чёрный объект с угловыми размерами не менее 20°, проектирующийся на фоне вблизи горизонта, сливается с фоном и становится невидимым. Метеорологическая дальность видимости ограничена реже, но охватывает большие протяжения дорог.

Из формулы определения остановочного пути по формуле (8.16) определяют степень опасности метеорологических явлений, ограничивающих только видимость, без влияния на коэффициент сцепления и явлений, ограничивающих видимость и снижающих сцепные качества покрытий. К первым относятся дымка, мгла, дымные гари, пыльные бури и др.; ко вторым - туман, дождь, снег, метель и т.д. На рис. 8.9 приведены показатели влияния метеорологической видимости при

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

различных состояниях проезжей части на обеспеченность расчетной скорости. Сравнение расчетных данных с данными наблюдений показывают, что большинство водителей выбирают более осторожные режимы движения в условиях пониженной метеорологической видимости по сравнению с теоретически безопасным и не развивают предельных скоростей в этих условиях.

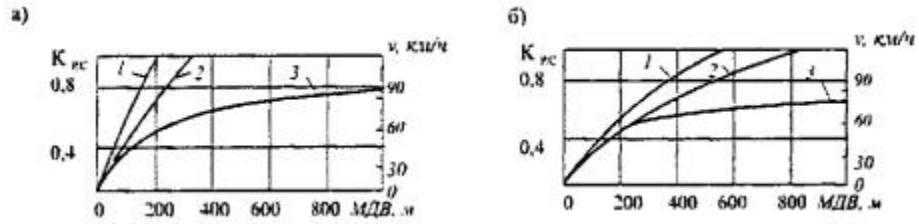


Рис. 8.9. Зависимость коэффициента обеспеченности расчётной скорости от метеорологической видимости: а - по схеме торможения одиночного автомобиля; б - то же, встречных автомобилей; 1,2 - коэффициент сцепления 0,5 и 0,3; 3 - по данным наблюдений при j = 0,4-0,5

Серьёзную опасность для движения может представлять ветер, дующий с большой скоростью. Боковой ветер стремится сместить автомобиль со своей полосы движения и водитель вынужден непрерывно выравнивать траекторию автомобиля. Под влиянием бокового ветра и увода колес автомобиля траектория движения может внезапно измениться, что приведет к аварийной обстановке. Особенно опасны внезапные порывы ветра, на которые водитель не успевает среагировать. Воздействие ветра ощущается тем сильнее, чем выше скорость движения автомобиля и чем больше его боковая поверхность. Величина бокового отклонения автомобиля от заданной траектории зависит в значительной степени от времени реакции водителя, а также от типа автомобиля (расположение центра масс автомобиля и центра давления на боковую поверхность). На кривых в плане боковое давление ветра может совпасть по направлению с действием центробежной силы, что может привести к боковому скольжению или опрокидыванию автомобиля.

Методика оценки условий движения автомобилей на ветроопасных участках дорог разработана проф. А.П. Васильевым [10, 11]. К ветроопасным относят участки дорог в открытой (не защищенной лесом) местности, проходящие по водоразделам, возвышенностям, в насыпях, полунасыпях-полувыемках, в нулевых отметках и в выемках глубиной до 1,5 м, на подходах к мостам и путепроводам и на самих мостах, путепроводах и эстакадах, на входах и выходах из глубоких выемок, населённых пунктов и лесных массивов.

За критерий ограничения скорости на прямых участках дороги принимают предельно допустимую величину отклонения траектории автомобиля по условиям приближения его к границе своей полосы движения $У_{в.доп}$, которую для двухполосной дороги определяют по формуле:

$$У_{в.доп} = \frac{B_{1ф}}{4} - e,$$ где

(8.21)

e - допустимое приближение внешнего колеса автомобиля к границе полосы движения, м; принимают 0,2-0,3 м.

Для расчёта возможного отклонения автомобиля определяют расчётную скорость ветра

$V_в = K_1 \times K_2 \times K_3 \times V_{фл}$, м/с, где

(8.22)

K_1 - коэффициент, учитывающий положение дороги на местности, колеблется от 0,6 до 1,2;

K_2 - коэффициент, учитывающий переход от показаний флюгера (измерений на метеостанциях) к высоте центра боковой поверхности автомобиля на дороге; назначается по табл. 8.9;

Таблица 8.9

Высота центра боковой поверхности автомобиля над уровнем поверхности земли, м	0	2	4	6	8	10
Поправочный коэффициент K_2	0,2	0,2	0,25	0,9	0,95	1,0

K_3 - коэффициент, учитывающий порывистость ветра (1,7 - для порывистого и 1,9 для крайне порывистого ветра);

$V_{фл}$ - скорость ветра по флюгеру на высоте 10 м повторяемостью один раз в год принимается по данным ближайшей метеостанции; может быть также принята по картам зонирования расчётного ветра.

Высота центра боковой поверхности (метацентра) легкового автомобиля над уровнем поверхности земли определяется по формуле

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$h = h_н + 0{,}75$, м, где
(8.23)

$h_н$ - высота насыпи, м.

В зависимости от расчётной скорости ветра принимают величину показателя a_2 по табл. 8.10.

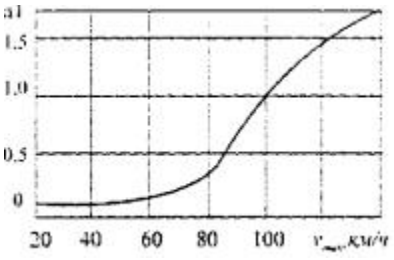
Таблица 8.10

Расчётная скорость ветра на уровне метацентра автомобиля, м/с	10	20	30	40	50
Значения коэффициента a_2 для легковых автомобилей с передним расположением двигателя	0,3	0,55	0,65	0,75	0,80
то же, с задним расположением двигателя	0,6	1,0	1,25	1,51	1,56

Затем вычисляют коэффициент a_1, учитывающий безопасную скорость движения автомобиля при различной скорости ветра и реакции водителя на порыв ветра

$$a_1 = \frac{V_{e\,доп}}{a_2 \cdot t^3}$$
(8.24)

Откладывая на графике рис. 8.10 величину a_1, определяют максимальную допустимую скорость автомобиля на ветроопасном участке. Значения коэффициента обеспеченности расчётной скорости при различной скорости ветра приведены на рис. 8.11.



Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Рис. 8.10. Значения коэффициента a_1, учитывающего скорость автомобиля

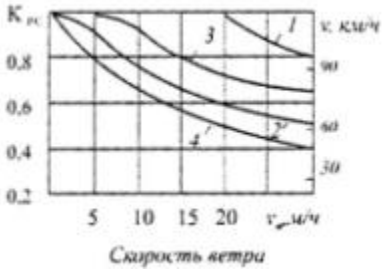


Рис. 8.11. Зависимость коэффициента обеспеченности расчётной скорости от скорости ветра:
1, 2 - для легковых автомобилей с передним расположением двигателя при реакции 1 и 1,5 с; 3, 4 - для автомобилей с задним расположением двигателя

На кривых в плане, расположенных на ветроопасных участках, максимальную допустимую скорость определяют по формуле

$$V_{max} = \sqrt{127 \cdot R \cdot (\varphi_2 \pm i_в - q_в)}, км/ч, где \quad (8.25)$$

$q_в$ - коэффициент бокового давления ветра; принимают в зависимости от скорости ветра и боковой площади автомобиля по табл. 8.11.

Таблица 8.11

Модели автомобилей	Значения $q_в$ для скорости ветра на уровне центра боковой поверхности автомобиля, м/с ($V_{в.доп}$)			
	20	30	40	50
ГАЗ-24; ВАЗ-2103; Москвич-412	0,010	0,022	0,040	0,063

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ока, УАЗ-459	0,013	0,029	0,053	0,081
КамАЗ 53212	0,011	0,024	0,042	0,066

Расчёты показывают, что влияние ветра при движении по сухим покрытиям малоощутимо. При влажных покрытиях оно заметно на кривых малого радиуса (рис. 8.12). Но при наличии снега или гололеда на покрытии порывы ветра могут способствовать боковым заносам автомобиля при движении на кривых в плане.

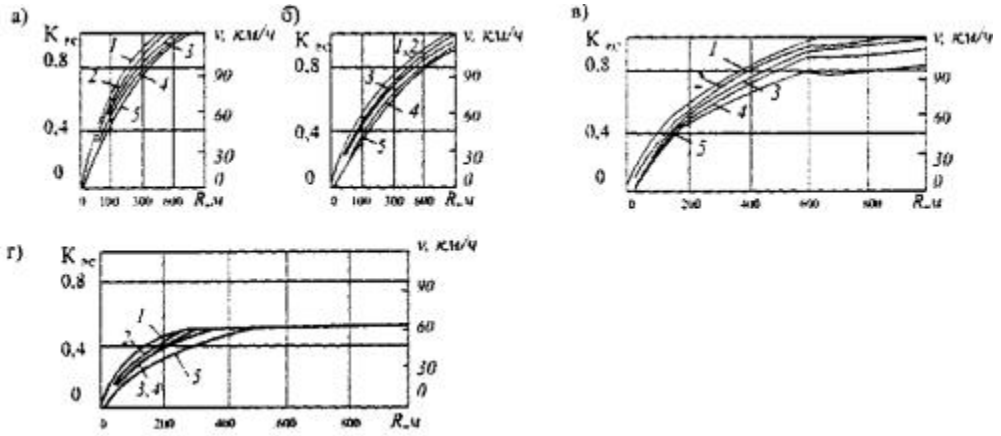


Рис. 8.12. Зависимость коэффициента обеспеченности расчётной скорости от скорости ветра, радиуса кривой в плане и состояния покрытия:
а - сухое чистое покрытие, j = 0,6; б - мокрое чистое покрытие, j = 0,4; в - слой рыхлого снега или снежный накат на покрытии, j = 0,2; г - гололёд на покрытии, j = 0,15;
1 - скорость ветра 5 м/с; 2 - то же, 20 м/с; 3 - то же, 30 м/с; 4 - то же, 40 м/с; 5 - то же, 50 м/с

Шкала оценки влияния метеорологических факторов. По степени влияния интенсивности метеорологических факторов на скорость движения автомобилей по эталонной дороге можно выделить три характерных интервала: малоопасный (K_{pc} = 1,0-0,75), опасный (K_{pc} = 0,75-0,5) и очень опасный (K_{pc} < 0,5). Им соответствуют нормальные, трудные и очень трудные условия движения. Значения интенсивности различных метеорологических факторов, соответствующих этим интервалам, приведены в табл. 8.12.

Таблица 8.12

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Метеорологические элементы и их характеристики	Интенсивность и степень опасности метеорологических явлений		
	малоопасные K_{pc} = 1,0-0,75	опасные K_{pc} = 0,75-0,5	очень опасные K_{pc} < 0,5
Метель, скорость ветра, м/с	0-3	3-9	Более 9
Гололед, снежный накат, коэффициент сцепления	-	0,4-0,2	Менее 0,2
Осадки: дождь, мм/мин снегопад, мм/ч	 - -	 Менее 0,2 Менее 0,1	 Более 0,2 Более 0,1
Туман, метеорологическая видимость, м	750-500	500-200	Менее 200
Ветер, скорость, м/с	0-10	10.20	Более 20
Температура воздуха, °С положительная отрицательная	 0-30 10-30	 30-40 0-10	 Более 40 Ниже 40
Относительная влажность воздуха, %	50-90	90-100	-

Наибольшие трудности для состояния дорог и условий движения представляют гололёд, метель, осадки в виде дождя и снега, туман и ветер. В такой последовательности они могут быть расположены по степени их воздействия на условия движения. Гололед всегда относится к особо опасным явлениям, поскольку коэффициент сцепления при этом всегда меньше 0,2. Гладкие покрытия, для которых коэффициент сцепления в сухом состоянии составляет 0,5-0,6, уже при образовании связанной плёнки воды имеют коэффициент сцепления менее 0,4,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

т.е. для таких покрытий влагосодержание воздуха 90-100 % является опасным, а дождь интенсивностью 0,2 мм/мин, при котором образуется пленка воды толщиной 2 мм и коэффициент сцепления снижается до 0,2, является очень опасным. Для шероховатого покрытия образование связной плёнки является малоопасным. Опасным является дождь интенсивностью 0,3 мм/мин, при котором образуется слой воды толщиной 4 мм и коэффициент сцепления снижается до 0,3. Учитывая износ шероховатости и процесс эксплуатации, возможность образования толщины плёнки более 4 мм из-за неровностей покрытия, целесообразно все дожди с интенсивностью более 0,2 мм/мин считать очень опасными.

Отложения снега на поверхности дороги особенно опасны при температуре воздуха выше -10°, -20° и при интенсивности движения более 100 авт./ч. В этих условиях происходит быстрое образование снежного наката и гололеда. При температуре воздуха ниже -20° снег уплотняется медленнее и легче удаляется с поверхности. Поэтому выпадение снега любой интенсивности при температуре воздуха ниже -20° следует считать опасным для движения, а при температуре выше -20° очень опасным.

Анализируя вероятность появления опасных и особо опасных метеорологических факторов, необходимо отметить, что наиболее неблагоприятным является зимний период, когда трудные или очень трудные условия могут сложиться под влиянием 7 метеорологических факторов (метель, гололед, снегопад, туман, ветер, низкая температура воздуха и высокая относительная влажность воздуха) и их сочетаний. Весной и осенью такие условия могут быть под влиянием 6 метеоэлементов (гололёд, дождь, туман, ветер, отрицательная температура воздуха и высокая влажность). Летом только 4 метеоэлемента и их сочетания могут создать трудные и очень трудные условия движения (дождь, туман, ветер, высокая температура воздуха).

Методика оценки совместного влияния факторов климата на обеспеченность расчётной скорости. Изложенная методика оценки воздействия метеорологических явлений на дорогу, водителя и автомобиль и их взаимодействия даёт возможность привести влияние различных факторов к единому показателю - коэффициенту обеспеченности расчётной скорости движения. Тем самым имеется возможность оценить влияние каждого метеорологического фактора в отдельности. Однако в природе все взаимосвязано и действие одних метеорологических явлений может усиливаться или уменьшаться в сочетании с другими. Для учёта этого вычисляют обобщенный показатель влияния климата - среднегодовое значение коэффициента обеспеченности расчётной скорости движения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$\overline{K}_{pc}$, который позволяет учитывать изменение скоростей в периоды действия каждого фактора в отдельности и совместного действия двух и более метеорологических факторов. Для этого на основании обработки данных климатических справочников должны быть получены вероятности появления метеорологических явлений

$P\left(x_j^i\right)$ различной интенсивности для каждого пункта наблюдения и определены вероятности опасных и особо опасных метеорологических явлений.

Данные выписывают по следующим факторам:

X_1 - фактор температуры воздуха;

X_2 - фактор относительной влажности воздуха;

X_3 - фактор дождя;

X_4 - фактор ветра;

X_5 - фактор тумана;

X_6 - фактор снега;

X_7 - фактор гололеда;

X_8 - фактор метели.

Совокупность возможных температур воздуха, кроме того, разбивают на X^{+1} и X^{-1} - множество значений положительных и отрицательных температур.

Для вычисления итогового коэффициента необходимо предварительно вычислить вероятности сочетаний двух и более метеорологических факторов, при условии, что их интенсивности разделены на интервалы с точки зрения степени воздействия на дорожное движение.

Множества значений каждого метеорологического фактора

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

x_j^i разбивают на 4 интервала по степени влияния их интенсивности на режим движения:

x_j^1 - подмножество значений фактора

x_j^i, не оказывающих неблагоприятного воздействия на движение, K_{pc} = 1,0;

x_j^2 - подмножество значений фактора x_j^i, вызывающих снижение расчетных скоростей в диапазоне K_{pc} = 0,75-1,0;

x_j^3 - то же, в диапазоне K_{pc} = 0,5-0,75;

x_j^4 - то же, в диапазоне K_{pc} < 0,5.

Граничные значения интенсивностей каждого метеорологического явления

Jx_j^i определяют по табл. 6.9.

Например, для скорости ветра

$$Jx_j^1 = 0;\ Jx_j^2 = 10\ \text{м/сек},\ Jx_j^3 = 20\ \text{м/сек},\ Jx_j^4 > 20\ \text{м/сек}.$$

Для дождя

$$Jx_j^1 = Jx_j^2 = 0;\ Jx_j^3 = 0{,}2\ \text{мм/мин},\ Jx_j^4 = 0{,}2\ \text{мм/мин}$$ и т.д.

Определяют вероятность совместного действия двух и трёх факторов. При этом учитывается, что между подмножествами

x_j^i множества факторов *x* имеется три типа соотношений:

а) несовместимость двух факторов при данной интенсивности (например, снегопад не может наблюдаться при высокой температуре воздуха):

$$P\left\{x_j \in x_j^i, x_m \in x_m^n\right\} = 0;$$
(8.26)

б) независимость появления и влияния факторов (например, дождь-ветер);

$$P\left(x_j \in x_j^i, x_m \in x_m^n\right) = P\left(x_j^i\right)P\left(x_m^n\right),$$

(8.27)

в) зависимость появления одного фактора от другого (например, гололёд может возникнуть только при отрицательной температуре, метель может возникнуть только при скорости ветра более 3 м/сек и т.д.).

$$P\left(x_j \in x_j^i, x_m \in x_m^n\right) = \frac{P\left(x_j^i\right)P\left(x_m^n\right)}{P\left(\left(x_m\right)\right)};$$

(8.28)

Вероятность совместного действия более чем трёх отрицательных факторов ничтожно мала и поэтому не определяется. Математическая модель определения совместного влияния различных метеорологических факторов на обеспеченность расчётной скорости получена путем разложения функции *F* в ряд Тейлора, ограничиваясь членами не выше третьего порядка:

$$K_{pc} = f\left(K_{pc1} \ldots K_{pcn}\right) = \prod_{i=1}^{n} K_{pci} + \sum_{ij} \beta_{ij}\left(1 - K_{pci}\right)\left(1 - K_{pcj}\right) + \sum_{i<j<0} \gamma_{ije}\left(1 - K_{pci}\right)\left(1 - K_{pcj}\right)\left(1 - K_{pce}\right)$$

(8.29)

Коэффициенты b_{ij} и g_{ije} являются параметрами парного и тройного взаимодействия.

Таким образом, вычисляются коэффициенты обеспеченности расчётной скорости движения для всех сочетаний метеорологических факторов. Это дает возможность перейти к определению обобщенного показателя влияния климата на условия движения - вычислению среднегодового, а также среднесезонного значения коэффициента обеспеченности расчётной скорости для каждого региона. Необходимое для этого распределение вероятностей метеорологических явлений и их сочетаний $P(x) = P(x_1 \ldots x_8)$ вычисляют на основе фактических значений

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$P\left(x_j^i\right)$ для данного региона с учётом возможных соотношений метеорологических явлений и гипотезы о равномерном распределении

x_j^i. Чтобы получить величину

$\overline{K}_{cc}$, необходимо учесть кроме длительности действия и последствия каждого метеорологического явления также длительность совместного действия двух и более метеорологических явлений, которая может быть принята по наименьшей длительности одного из взаимодействующих явлений. Окончательно формула для определения среднегодового коэффициента обеспеченности расчётных скоростей движения такова:

$$\overline{K}_{cc} = \int_x K_{pc}(x) A_T P(x) dx,$$ где

(8.30)

$K_{pc}(x)$ - коэффициент обеспеченности расчетной скорости по фактору x;

A_T - линейный оператор времени действия и последствия метеорологических факторов;

$P(x)$ - вероятность действия фактора x.

Расчёты выполняют на ЭВМ по специально разработанной программе. На основе среднегодового и среднесезонного коэффициента обеспеченности расчётной скорости имеется возможность оценивать и прогнозировать скорость движения на дороге в течение всего года и по его периодам с учётом климата данного района, параметров дороги и уровня ее содержания.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

8.5. Пропускная способность и уровни загрузки дороги движением

Пропускная способность автомобильной дороги - это максимальное количество автомобилей, которое может пропустить данный участок дороги в единицу времени, а **уровень загрузки дороги движением** - это отношение фактической интенсивности движения, приведённой к пропускной способности легковых автомобилей.

Методы определения пропускной способности и уровня загрузки дороги движением основаны на закономерностях, описывающих связи между тремя характеристиками транспортного потока: интенсивностью, N, авт./ч; плотностью движения, т.е. числом автомобилей на единицу длины полосы движения, q, авт./км; скоростью движения, V, км/ч:

$N = q \times V$, авт./ч
(8.31)

Графическое изображение этой зависимости называют основной диаграммой транспортного полотна. Она обладает рядом свойств, которые широко используются при организации и регулировании движения.

Различают теоретическую максимальную и практическую пропускную способность.

Теоретическая максимальная пропускная способность P_{max} - это пропускная способность для эталонного горизонтального участка дороги, определяемая расчетом по формулам динамической теории движения транспортных потоков для идеализированного колонного движения однотипных легковых автомобилей. В основу расчёта теоретической пропускной способности положены уравнения:

$$P_{max} = \frac{1000V}{L} \text{ или } P_{max} = \frac{3600}{t}, \text{ где}$$
(8.32)

V - скорость движения, км/ч;

L - динамический габарит автомобиля, м;

t - временной интервал между проходами автомобилей, с.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Следует иметь в виду, что в динамический габарит входит расстояние между автомобилями и длина самого автомобиля:

$L = l_p + S_T + l_A + l_o$, где
(8.33)

l_p - путь, проходимый автомобилем за время реакции водителя, м;

S_T - тормозной путь, м;

l_A - длина автомобиля, м;

l_o - забор безопасности до впереди следующего автомобиля, м.

После подстановки этих значений в формулу получим

$$P_{max} = \frac{1000V}{\frac{V}{3,6} + \frac{K_э \cdot V^2}{254(\varphi \pm i + f) + l_A + l_o}}.$$
(8.34)

Однако в этих уравнениях не учитывается наиболее вероятная схема движения автомобилей в пачках или в колонне. С учетом этого расчётная формула теоретической пропускной способности имеет вид:

$$P_{max} = \frac{3600 \cdot V}{l_b + l_A}, \text{авт./ч,}$$ где
(8.35)

V - оптимальная скорость движения, м/с;

l_b - расстояние безопасности между автомобилями в пачке или колонне, м.

Расстояние безопасности определяют по формуле:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$l_b = \frac{V^2}{2}\left(\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1}\right) + V(t_{r1} - t_{r2}),\ \text{м},$$ где

(8.36)

a_1 - замедление первого автомобиля при аварийном торможении, м/с^2;

a_1 - замедление второго автомобиля при нормальном торможении, м/с^2;

t_{r1}, t_{r2} - время реакции водителя первого и второго автомобиля соответственно, с.

Пропускная способность является функцией скорости движения и допустимого расстояния между автомобилями, которые связаны с состоянием дорог и погодными условиями.

Многочисленными исследованиями установлено, что оптимальная скорость транспортного потока, соответствующая максимальной пропускной способности, колеблется от 40 до 60 км/ч [1, 2, 11, 85, 105].

Практическая пропускная способность *P* - это наибольшее число автомобилей, которое может быть пропущено участком дороги в реальных дорожных и погодно-климатических условиях. Для вычисления практической пропускной способности проф. В.В. Сильянов предложил формулу

$P = B \times P_{max}$, где

(8.37)

B - итоговый коэффициент снижения пропускной способности; вычисляется как произведение 15 частных коэффициентов, учитывающих различные параметры и характеристики дорожных условий. Величина *B* колеблется от 0,3 до 1,0.

При увеличении плотности транспортного потока возрастают взаимные помехи между автомобилями, скорость движения уменьшается, уменьшается и пропускная способность. Абсолютная пропускная способность полосы движения при интервалах между автомобилями t = 1 с может достигать 3600 авт./ч. Однако её реализация практически невозможна. Поэтому для реальных условий исходят из следующих значений пропускной способности: для двухполосных дорог - 2000 авт./ч в обоих направлениях; для трёхполосных - 4000 авт./ч в обоих направлениях; для многополосных автомагистралей 1250 авт./ч - для крайней правой полосы, 1800

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

авт./ч - для крайней левой полосы и 1500-1700 авт./ч - для средних полос движения [105].

Пропускная способность наиболее заметно снижается в неблагоприятные для движения осенне-весенний и зимний периоды года, особенно в периоды действия неблагоприятных погодно-климатических факторов: во время дождей, снегопадов, гололеда, тумана и др. В этих условиях чаще всего происходят заторы на участках дорог с высокой интенсивностью движения, когда требуемые по безопасности движения интервалы между автомобилями существенно превышают оптимальные по пропускной способности.

Выполненными исследованиями [12] установлено весьма важное положение: связность транспортного потока не является величиной постоянной. Она существенно изменяется в зависимости от состояния покрытия и условий погоды. На сухом шероховатом покрытии взаимное влияние автомобилей начинает ощущаться при интервалах менее 10 с, то есть при интенсивности более 360 авт./ч, на мокром шероховатом покрытии при интервалах менее 11 с, а на снежном накате взаимное влияние заметно при интервалах меньше 15 с, то есть при интенсивности более 240 авт./ч, а при гололёде уже при интервалах менее 20 с, то есть при интенсивности более 180 авт./ч (рис. 8.13). Соответственно изменяется скорость движения и пропускная способность (рис. 8.14). Поэтому пропускную способность необходимо определять для осенне-весеннего и зимнего периодов года по формуле проф. А.П. Васильева:

$$P_{сез} = \psi \cdot \alpha \cdot \overline{V}_{св} \cdot q_{max}, \text{ авт./ч,} \quad \text{где}$$

(8.38)

y - коэффициент, учитывающий движение по встречной полосе, а для многополосных дорог - по соседней полосе (для двухполосных дорог принимают 0,7-0,9, а для многополосных 0,8-0,9);

а - коэффициент, зависящий от дорожных и метеорологических условий;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$\overline{V}_{cв}$ - средняя скорость свободного движения автомобилей в реальных дорожных и метеорологических условиях, км/ч по формуле (8.2);

q_{max} - максимальная плотность потока, авт./км. Принимают 85-90 авт./км.

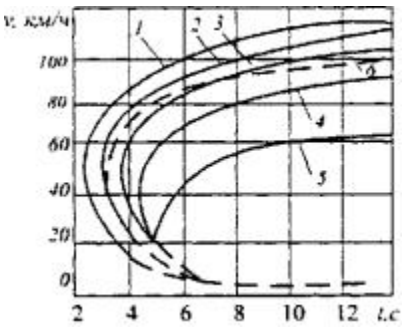


Рис. 8.13. Зависимость размеров часто повторяющихся интервалов в пачках автомобилей от скорости и состояния покрытия:
1 - шероховатое сухое; 2 - то же, мокрое; 3 - частичный гололёд; 4 - снежный накат; 5 - гололёд; 6 - сырая грязь

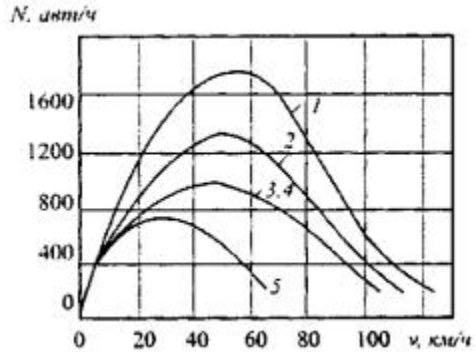


Рис. 8.14. Зависимость пропускной способности от скорости при разных состояниях покрытия:
1 - шероховатое сухое; 2 - то же, мокрое; 3 - частичный гололёд; 4 - снежный накат; 5 - гололёд

При скорости

$\overline{V}_{cв}$ более 55-60 км/ч пропускную способность не рассчитывают, а принимают для двухполосных дорог 1400-1500 авт./ч на одну полосу, а для автомагистралей 1400 авт./ч для крайней правой полосы, 1800-2000 авт./ч для крайней левой полосы и 1500-1700 авт./ч для средних полос движения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Значения коэффициента а вычисляют по формуле:

$a = 0{,}65 - 0{,}00425 V_{ф.max}$, где
(8.39)

$V_{ф.max}$ - максимальная скорость движения при фактическом (расчётном) состоянии и метеорологических условий.

Уровень загрузки в расчётный период года определяется как отношение

$$Z = \frac{N^{п}_{сез}}{P_{сез} \cdot n},$$ где
(8.40)

$N^{п}_{сез}$ - интенсивность движения в расчётный период года, приведённая к легковому автомобилю, авт./ч;

n - число полос движения.

$$N^{п}_{сез} = N_{сез} \cdot \gamma_{ср.сез} \text{ или } N^{п}_{сез} = n_1\gamma_1 + n_2\gamma_2 + n_i\gamma_i,$$ где
(8.41)

$N_{сез}$ - сезонная интенсивность движения в реальных автомобилях, авт./ч;

n_1, n_2, ..., n_i - количество автомобилей различных типов в составе интенсивности движения, авт./ч;

g_1, g_2, ..., g_i - коэффициенты приведения различных автомобилей к расчётному легковому. Принимают в соответствии со СНиП 2.05.02-85.

В случае когда известна только среднегодовая интенсивность, можно воспользоваться осреднёнными значениями коэффициентов сезонных колебаний интенсивности движения [5, 7] (табл. 8.13).

Таблица 8.13

Значения

$K^{u}_{сез}$ по периодам года

Сезоны года	летний	осенний	зимний	весенний
Дороги I и II категорий	1,0	1,1-1,4	0,7-1,0	0,8-0,9
Дороги III, IV, и V категорий	1,0	1,2	1,0	0,8

Тогда уровень загрузки в расчётный период будет

$$Z = \frac{K^{u}_{сез} \cdot N_{ср\,год}}{P_{сез} \cdot n}.$$

(8.42)

В связи с тем что пропускная способность дорог при неблагоприятных условиях погоды значительно меньше, чем в эталонных условиях, уровень загрузки движением и состояние транспортного потока при одной и той же фактической интенсивности в различные периоды года может колебаться в значительных пределах (табл. 8.14). Исходя из этого может быть установлена допустимая интенсивность движения для различных категорий дорог и периодов года (табл. 8.15).

Таблица 8.14

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Уровень удобства	Уровень загрузки *Z*	Максимальная интенсивность движения по двум полосам при данном уровне загрузки, авт./ч			Коэффициент влияния встречного потока *y*	Состояние потока
		летом	в переходные периоды	зимой		
А	Меньше 0,2	430	360	310	0.9	Свободное
Б	0,2-0,45	430-850	360-720	310-620	0,8	Частично-связанное
В	0,45-0.70	860-1260	720-1050	620-890	0,75	Связанное
Г-а	0,4-1,0	1260-1680	1050-1400	890-1190	0,7	Насыщенное
Г-б	0; 0,1	0-1800	0-1700	0-1500	-	Плотное насыщенное, заторы

Таблица 8.15

Категория дороги, характеристика проезжей части и обочин	Расчётная интенсивность движения в двух направлениях при уровне загрузки 0,5-0,7 авт./ч*		
	летом	в переходные периоды	зимой
II категория:			

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

при ширине проезжей части 7,5 м с укреплёнными обочинами или краевыми полосами	1300	1100	1000
при ширине проезжей части 7,5 м без укреплённых обочин и краевых полос	1200	900	800
III категория: при ширине проезжей части 7,0 м с укреплёнными обочинами и краевыми полосами	1200	1000	850
при ширине проезжей части 7,0 м без укреплённых обочин и краевых полос	1000	750	650
IV категория: при ширине проезжей части 6,0 м с укреплёнными обочинами и краевыми полосами	1000	800	600
при ширине проезжей части 6,0 м без укреплённых обочин и краевых полос	800	600	400

* В физических автомобилях при среднем составе транспортного потока.

Однако даже при самом неблагоприятном составе транспортного потока в обычных условиях на дорогах III-IV категорий, построенных в соответствии со СНиП Д.5-72 и СНиП 2.05.02-85, уровень загрузки не будет превышать рекомендуемых величин и нет необходимости его оценивать. Исключение составляют участки горных дорог без укрепленных краевых полос, на которых в зимний и весенне-осенний периоды года уровень загрузки может превысить расчетный. Что касается дорог I и II категорий, то проверка их пропускной способности и уровней загрузки обязательна. В первую очередь, эта проверка должна выполняться для условий работы дорог в зимний и переходные периоды

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

года. Особое внимание необходимо уделять оценке пропускной способности на участках дорог вблизи подходов к городам на расстоянии от 30 до 70 км от городов, которые обычно перегружены движением. На дорогах с высокой интенсивностью движения необходимо проверять возможность и очередность образования заторов при различных метеорологических условиях.

Уровень загрузки дороги движением принят за критерий оценки качества дорог по пропускной способности. Кроме этого критерия для обобщения характеристики условий движения по дороге по степени удобства и безопасности в зарубежной практике широко используется понятие об уровнях обслуживания. Так, в США насчитывают шесть таких уровней: A, B, C, Д, E, F. Каждому уровню обслуживания соответствует определенное состояние транспортного потока по интенсивности, плотности и скорости движения.

Проф. Сильянов В. В. использовал их, назвав уровнями удобства движения, и предложил выделить пять таких уровней: А, Б, В, Г-а и Г-б [23]. Основными характеристиками уровней удобства движения кроме уровня загрузки принята скорость (коэффициент скорости) и интенсивность движения (коэффициент насыщения движением). Коэффициент скорости движения

$$C = \frac{\overline{V}_x}{\overline{V}_{ca}}, \quad \text{где} \tag{8.43}$$

$\overline{V}_x$ - средняя скорость движения при рассматриваемом уровне удобства;

$\overline{V}_{ca}$ - то же, при уровне удобства А.

Коэффициент насыщения движением

$$\rho = \frac{q_z}{q_{max}},$$ где
(8.44)

q_{max} - средняя плотность движения при рассматриваемом уровне, авт./км;

q_z - максимальная плотность движения, авт./км.

Уровень удобства А соответствует условиям, при которых отсутствует взаимодействие между автомобилями. Уровень удобства Б - взаимодействие между автомобилями начинает ощущаться, образуются отдельные группы. Число обгонов возрастает. Уровень удобства В характерен появлением колонн автомобилей и сокращением числа обгонов. Уровень Г-а - движение колонное с небольшими разрывами. Обгоны отсутствуют. При уровне удобства Г-а автомобили движутся непрерывной колонной с частыми остановками (заторами). Такое движение чаще всего наблюдается на участках дорог с высокой интенсивностью при неблагоприятных условиях погоды. Однако на подходах к крупным городам, а также на дорогах курортного направления такие условия могут наблюдаться круглогодично и летом в период массового отдыха соответственно.

8.6. Оценка влияния дорожных условий на безопасность движения

Дорожные условия оказывают существенное влияние на безопасность движения. Поэтому дорожно-эксплуатационные организации и службы организации движения должны вести систематический учёт и анализ дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

Каждое ДТП совершается, как правило, в результате неблагоприятного сочетания нескольких факторов, тесно связанных друг с другом, что затрудняет выявление истинных причин при их анализе. Необходимо, чтобы представители дорожной службы принимали активное участие в осмотре мест происшествий и анализе их причин.

Наиболее распространенными видами ДТП являются опрокидывания (20-40 %), столкновения (20-35 %) и наезды на пешеходов (20-27 %). Чем ниже категория дороги, тем больший удельный вес составляют опрокидывания транспортных средств, что объясняется существенным недостатком геометрических параметров и инженерного оборудования этих дорог. На дорогах высших категорий увеличивается количество наездов на пешеходов. Анализ дорожно-транспортных

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

происшествий осуществляют в целях выявления на дороге опасных участков, изучения причин возникновения ДТП, разработки мер по устранению этих причин, оценки эффективности деятельности дорожных организаций по повышению безопасности движения.

К дорожно-транспортным происшествиям, связанным с неудовлетворительным состоянием дорог, относятся все ДТП, вызванные несоответствием технических параметров дороги требованиям современного движения (недостаточная ширина проезжей части, малые радиусы кривых в плане и профиле, узкие мосты и т.д.), а также связанные с недостатками в содержании и обустройстве дорог: повышенная скользкость дорожного покрытия, загрязнение покрытия и выбоины на нём, неудовлетворительное состояние обочин, объездов и примыканий, плохое состояние мостов и подъездов к ним, сужение проезжей части из-за неполной очистки от снега, ограниченная видимость из-за разросшихся зелёных насаждений, откосов выемок и прочего, отсутствие виражей и уширения проезжей части на кривых малого радиуса, отсутствие или неправильная установка дорожных знаков, разметки, отсутствие ограждений и др.

Для выбора мероприятий по повышению безопасности движения и очередности их выполнения необходимо выявить наиболее неблагоприятные участки дорог в различные сезоны года и оценить степень их опасности. Существует несколько способов и критериев оценки безопасности движения на дорогах. Оценка и сравнение разных участков дорог могут быть выполнены по абсолютному количеству происшествий на этих участках или по покилометровому графику ДТП. Недостаток этого способа в том, что он не учитывает интенсивность движения. Более надёжным для эксплуатируемых дорог является оценка по коэффициенту происшествий, который характеризует количество дорожно-транспортных происшествий, приходящихся на 1 млн. автомобиле-километров пробега.

Для участка дороги коэффициент происшествий определяют по формуле

$$И = \frac{10^6 A}{365 \times L \times N \times m} \frac{\text{ДТП}}{1\,\text{млн.автомобиле-километров}},$$ где (8.45)

A - количество происшествий в год;

N - среднегодовая суточная интенсивность движения, принимаемая по данным учёта движения, авт./сут;

L - длина участка дороги, км;

m - число лет, за которые произошло указанное количество ДТП.

Для коротких участков, таких как пересечения и примыкания в одном уровне, искусственные сооружения, площадки для остановок и стоянок автомобилей, автобусные остановки коэффициент происшествий определяется по формуле:

$$И_1 = \frac{10^6 A}{365 \times L \times N} \frac{\text{ДТП}}{1\,\text{млн.автомобилей}}.$$

(846)

Для пересечения или примыкания в одном уровне

$$И_2 = \frac{10^6 A}{365 \times (N_{гл} + N_{вт})} \frac{\text{ДТП}}{1\,\text{млн.автомобилей}},$$ где

(8.47)

$N_{гл}$; $N_{вт}$ - среднегодовая суточная интенсивность движения на пересекающихся дорогах, авт./сут.

По вычисленным коэффициентам строят линейный график коэффициентов происшествий, который наглядно и объективно показывает наиболее опасные участки дорог (рис. 8.15).

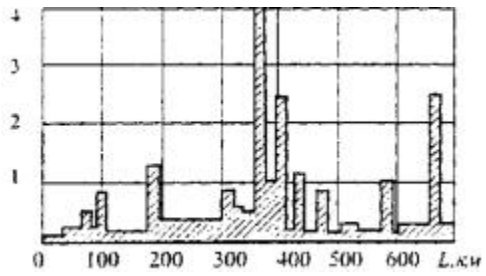


Рис. 8.15. Линейный график коэффициентов происшествий

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Важным показателем безопасности движения является плавность изменения скорости автомобиля на смежных участках дороги, которая может быть оценена коэффициентом безопасности, предложенным проф. В.Ф. Бабковым. Коэффициентом безопасности называют отношение максимальной скорости движения на участке к максимальной скорости въезда автомобиля на этот участок или такое же отношение величин коэффициентов обеспеченности расчётной скорости (рис. 8.16).

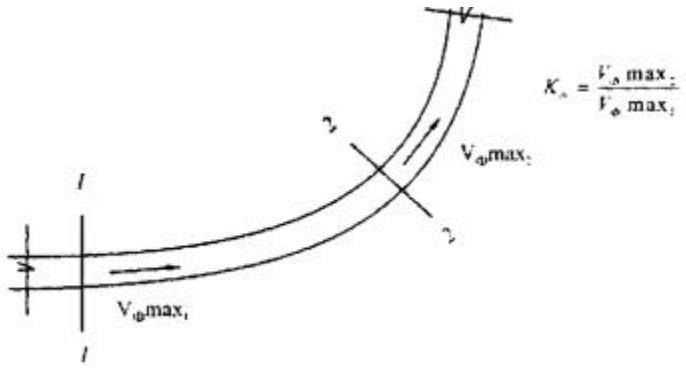


Рис. 8.16. Схема к определению коэффициента безопасности

Например, чтобы сохранить устойчивость автомобиля на кривой малого радиуса, водитель должен снизить скорость движения от $V_{ф.max1}$ до $V_{ф.max2}$. Аналогичная ситуация возникает при подъезде к участку сужения дороги, ограничения видимости в плане или профиле, когда водитель должен резко снижать скорость движения, чтобы избежать дорожно-транспортное происшествие.

Для вычисления величины коэффициента безопасности необходимо иметь данные о скоростях движения на смежных участках в виде линейного графика скоростей движения или коэффициента обеспеченности расчетной скорости в прямом и обратном направлениях, для построения которых имеются специальные программы для ЭВМ.

Изменение скоростей движения должно оцениваться на расстояниях, не меньших расстояний видимости поверхности дороги для данной категории дороги. График коэффициентов безопасности строят для летнего, осенне-весеннего и зимнего периодов года, подставляя в расчётные формулы определения максимальных скоростей для каждого периода года, фактические значения ширины проезжих частей поверхности дороги, коэффициентов сцепления и сопротивления качению и т.д. Порядок определения максимальной скорости движения на каждом характерном участке дороги при различных состояниях её поверхности в разные периоды года приведен в разделе 8.4.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

8.7. Методы выявления участков концентрации дорожно-транспортных происшествий

Дорожно-транспортные происшествия распределяются неравномерно по протяжению дороги и концентрируются на отдельных её участках. Чтобы эффективно использовать средства на выполнение мероприятий по повышению безопасности движения, необходимо объективно выявить участки концентрации ДТП, степень опасности каждого участка и выявить причины возникновения происшествий на каждом таком участке.

К числу основных групп дорожных факторов, способствующих возникновению участков концентрации ДТП, относят следующие:

наличие дефектов эксплуатационного состояния покрытия проезжей части и обочин, технических средств организации дорожного движения и инженерного оборудования дорог, снижающих безопасность дорожного движения;

сложные сочетания геометрических элементов трассы, не обеспечивающие равномерный режим движения транспортных средств;

недостаточное по сравнению с нормами расстояние видимости проезжей части и встречных автомобилей на кривых в плане и в продольном профиле;

нарушение зрительной плавности трассы и ясности дальнейшего направления дороги;

неудовлетворительный уровень содержания дорог;

разделение, слияние и пересечение транспортных потоков на пересечениях и примыканиях дорог, на которых планировка и схемы организации движения не отвечают установленным требованиям;

несоответствие параметров геометрических элементов трассы дороги состоянию покрытия и придорожной обстановке, способствующее значительному превышению безопасной скорости движения;

отсутствие оборудованных пешеходных переходов в необходимых местах, способствующее неожиданному появлению пешеходов на проезжей части;

отсутствие или дефекты инженерного оборудования на эксплуатируемых железнодорожных переездах, а также несоблюдение нормативных требований к расстоянию видимости приближающихся поездов;

иные неблагоприятные факторы дорожных условий, способствующие возникновению ДТП, перечень которых представлен в «Правилах учёта и анализа

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации».

Указанные факторы могут приводить к возникновению участков концентрации ДТП вследствие отклонения показателей технического уровня, эксплуатационного состояния и уровня содержания дорог и дорожных сооружений от нормативных значений, допускаемых по условиям безопасности движения, особенно если воздействие этих факторов имеет длительный характер.

Методика выявления участков концентрации дорожно-транспортных происшествий разработана под руководством канд. техн. наук В.В. Иванова группой специалистов ГП Росдорнии в составе канд. техн. наук И.Ф. Живописцева, инж. Н.Ю. Кульгавиной, А.В. Силкина, Е.О. Ваниной, М.Н. Ермаковой [57].

Для выявления участков концентрации ДТП на дорогах общего пользования применяются статистические методы, основанные на анализе распределения фактических данных о ДТП на рассматриваемой дорожной сети. Участки дорог, на которых относительные показатели аварийности за определённый период времени превышают установленный критический уровень, классифицируются как участки концентрации ДТП. Указанные методы эффективны при наличии достоверной информации о ДТП за период не менее трёх лет, а также налаженной системы учета интенсивности дорожного движения. К участкам концентрации ДТП относятся участки дорог с уровнем фактической аварийности, превышающим установленные критические значения, возникновению которых могли способствовать неблагоприятные дорожные условия.

Для инженерных расчётов в качестве базовых использованы следующие средние значения коэффициентов относительной аварийности (число ДТП на 1 млн авт.-км), установленные для дорог общего пользования Российской Федерации:

автомобильные магистрали - 0,20

многополосные дороги с разделительной полосой - 0,25

многополосные дороги без разделительной полосы - 0,58

двухполосные дороги - 0,42

Значение коэффициента относительной аварийности в эталонных дорожных условиях (прямой горизонтальный участок с шириной проезжей части 7,5 м, шириной обочин - 3,75 м, чистое, сухое и ровное покрытие, движение в светлое время суток при уровне загрузки движением в пределах нормативных значений) установлено равным 0,08 ДТП на 1 млн авт.-км. При этом учитываются только ДТП с пострадавшими.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Участки концентрации ДТП выявляют на основе метода последовательных приближений, обеспечивающего наиболее высокую точность определения таких участков при наличии полной (с точностью до метров) информации о местоположении ДТП и сведений о среднегодовой суточной интенсивности движения. Учитывая, что рассматриваемый метод требует большого объема вычислений, для его применения рекомендуется использовать специальные компьютерные программы.

Для выполнения инженерных расчётов по выявлению участков концентрации ДТП необходимы следующие исходные данные:

сведения об адресах ДТП, повлекших гибель или ранения людей, совершённых за расчётный период;

сведения о среднегодовой суточной интенсивности движения за расчётный период;

данные о фактическом расстоянии между стойками указателей километров на дороге.

Участки концентрации ДТП выявляют на основе стандартных показателей аварийности: абсолютного количества ДТП, совершенных на рассматриваемом участке дороги за расчётный период; коэффициента относительной аварийности (количества ДТП, приходящегося на 1 млн авт.-км). При этом для обеспечения необходимой достоверности коэффициент относительной аварийности определяют по данным учета ДТП не менее чем за три года для дорог I-III категории и пять лет для дорог IV-V категорий.

При среднегодовой суточной интенсивности движения свыше 3000 авт./сут. к участкам концентрации ДТП относят участки дорог, на которых абсолютное число ДТП за расчётный период не менее значений, приведённых в табл. 8.15, а коэффициент относительной аварийности - не менее 0,3. Местоположение участков концентрации ДТП устанавливают следующим образом.

От адреса произвольно выбранного (например, первого от начала дороги) ДТП последовательно откладывают расстояния («шаблон») от больших значений до меньших в пределах диапазонов их изменения, указанных в табл. 8.16. Для каждого получаемого таким образом отрезка дороги устанавливается за расчётный период абсолютное число ДТП и рассчитывается значение коэффициента относительной аварийности. На основе результатов этих расчётов выявляют отрезок дороги наименьшей длины (из рассмотренных), на котором имеется концентрация ДТП. Протяжённость участка концентрации ДТП принимается равной расстоянию от первого до последнего ДТП на рассматриваемом отрезке дороги.

Таблица 8.16

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Интенсивность движения, авт./сут	Минимальное количество ДТП за три года на участках их концентрации при длине участка, м				
	до 200	200-400	400-600	600-800	800-1200
3000-7000	3	3	3	4	4
7000-11000	3	3	4	4	5
11000-13000	3	3	4	5	5
13000-15000	3	4	4	5	6
15000-17000	3	4	5	5	6
17000-20000	4	4	5	6	7
Свыше 20000	4	4	6	6	8

От адреса следующего на дороге ДТП откладывают расстояния той же величины и для каждого получаемого отрезка дороги проводятся аналогичные расчёты. На основе результатов этих расчётов на рассматриваемых участках дороги либо выявляют концентрацию ДТП, либо устанавливают её отсутствие.

Последовательно переходя от одного адреса ДТП к другому, продолжают осуществлять вышеперечисленные действия. Расчёт завершают, когда будет достигнут адрес последнего на рассматриваемом участке дороги ДТП.

Если местоположение смежных участков концентрации ДТП имеет совпадающие зоны, их рассматривают в качестве единого участка концентрации ДТП.

При необходимости выявления участков концентрации ДТП на отдельных элементах (характерных участках) дорог с однородными условиями движения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

(кривые в плане, подъёмы и спуски, зоны пересечений, ж/д переезды, населенные пункты и т.п.) определяют общее число ДТП на указанных участках (с учётом зон их влияния) и рассчитывают коэффициенты относительной аварийности. При этом в качестве критических значений показателей, позволяющих выявить участок концентрации ДТП, используют значения (см. табл. 8.16), соответствующие протяжённости рассматриваемого элемента (характерного участка) дороги.

При необходимости выявления участков концентрации ДТП на дорогах с интенсивностью движения свыше 3000 авт./сут в условиях отсутствия полных данных о местоположении ДТП (отсутствует метровая привязка) допускается применять упрощённый метод, являющийся частным случаем метода последовательных приближений.

В рассматриваемом случае выявление участков концентрации ДТП заключается в определении количества ДТП, расчёте коэффициента относительной аварийности на последовательно расположенных километровых участках и сравнении их с соответствующими критическими значениями, указанными в табл. 8.16.

Если на рассматриваемом участке концентрации ДТП расстояние между километровыми указателями превышает 1200 м (например, в случае отсутствия километровых указателей), вычисляют удельное число ДТП на длине, кратной общей длине рассматриваемого участка, по формуле

$$n_i = \frac{n_L \cdot l}{L},$$ где

(8.48)

n_i - число ДТП на участке длиной l, шт.;

n_L - абсолютное число ДТП на рассматриваемом участке, шт.;

L - длина рассматриваемого участка, км;

l - длина участка (наибольшая из приведённых в табл. 8.15), кратная длине L, км.

Коэффициент относительной аварийности вычисляется на всю длину рассматриваемого участка протяжённостью L, м.

Для выявления участков концентрации ДТП на дорогах с интенсивностью движения менее 3000 авт./сут используются критические показатели аварийности,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

представленные в табл. 8.17. К участкам концентрации ДТП относятся участки дорог, на которых фактическая плотность ДТП (среднее число ДТП в год на 1 км) не менее значений, указанных в табл. 8.17 при данной среднегодовой суточной интенсивности движения.

Таблица 8.17

Интенсивность движения, авт./сут	Минимальная плотность ДТП на участках их концентрации, шт. в год/1 км	
	вне населённых пунктов	в пределах населённых пунктов
Менее 1000	0,28	0,38
1000-1200	0,29	0,42
1200-1400	0,30	0,53
1400-1600	0,32	0,60
1600-1800	0,34	0,64
1800-2000	0,36	0,72
2000-2200	0,39	0,85
2200-2400	0,43	0,90
2400-2600	0,46	0,94
2600-2800	0,50	1,00

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

2800-3000	0,54	1,20
3000-3200	0,60	1,25

Примечание. Километровые участки с одним ДТП, совершённым за расчётный период, не являются участками концентрации ДТП.

Местоположение участков концентрации ДТП в рассматриваемых условиях устанавливают следующим образом.

1. Последовательно рассматривают километровые участки дорог. Выявляют участки с двумя и более ДТП (каждый из выявленных участков может состоять из нескольких километровых участков), имеющие смежные километровые участки, на которых в течение расчётного периода не было зафиксировано ни одного ДТП. Если в состав какого-либо из выявленных участков попали участки, расположенные как в населённом пункте, так и вне его пределов, то в дальнейших расчётах они рассматриваются отдельно друг от друга.

2. Для всех выявленных участков вычисляют фактическую плотность ДТП по формуле

$$\gamma = \frac{n_i}{3 \cdot l_i},$$ где (8.49)

n_i - число ДТП, совершённых на i-том рассматриваемом участке в течение расчётного периода, шт.;

l_i - протяжённость i-того рассматриваемого участка дороги, км.

3. Если на каком-либо участке фактическая плотность ДТП при данной среднегодовой суточной интенсивности движения превышает значения, указанные в табл. 8.17, его относят к категории участков концентрации ДТП.

4. На каждом последующем этапе из числа выявленных участков, состоящих из нескольких (более одного) километровых участков, последовательно исключают из дальнейших расчётов крайние километровые участки с наименьшим числом ДТП.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В случае если на крайних километровых участках зафиксировано равное число ДТП, из дальнейшего рассмотрения исключается тот из них, который имеет наибольшую протяжённость. Если на крайнем километровом участке, исключаемом из расчёта, зафиксировано более одного ДТП, он также должен быть проверен на наличие концентрации ДТП. После исключения из состава рассматриваемых участков крайних километровых участков для них повторяются те же расчёты по вычисленной фактической плотности ДТП.

Расчёт ведётся до тех пор, пока последний из рассматриваемых участков не будет сведён до километрового участка.

При отсутствии сведений о фактической интенсивности движения (например, на территориальных дорогах) на период до получения таких сведений допускается применять метод выявления участков концентрации ДТП, основанный на использовании следующей исходной информации:

сведения об адресах ДТП (достаточна точность привязки к указателям километров на дороге), повлекших гибель или ранение людей, совершенных за расчетный период;

данные о фактических расстояниях между километровыми столбами на рассматриваемых дорогах.

В этом случае к участкам концентрации ДТП относят участки дорог, на которых абсолютное число ДТП за расчётный период не менее значений, указанных в табл. 8.18 при данной фактической плотности ДТП.

Таблица 8.18

Плотность ДТП, шт. в год/1 км	Минимальное количество ДТП за три года на участках их концентрации при длине участка, м		
	<1000	1000-2000	2000-3000
1	2	3	4
менее 0,20	3	4	4

0,20-0,24	3	4	5
0,24-0,28	3	4	5
0,28-0,32	4	4	5
0,32-0,44	4	5	5
0,44-0,52	4	5	6

Для повышения точности определения участков с повышенным уровнем аварийности на территориальных дорогах со схожими техническими и транспортно-эксплуатационными характеристиками среднее число ДТП в год на 1 км необходимо вычислять по как можно большей статистической выборке данных о ДТП, совершённых на выделенной группе дорог, что повышает надёжность определения среднестатистического допустимого уровня аварийности на дорогах с однородными условиями движения.

Местоположение участков концентрации ДТП при использовании данного метода устанавливается следующим образом.

1. Определяют перечень дорог, на которых должны быть выявлены участки концентрации ДТП. Выбранные дороги объединяют в группы с однородными условиями движения по какой-либо значимой характеристике, например, по категории, типу покрытия проезжей части.

2. Для каждой группы дорог вычисляется среднее число ДТП в год на I км по следующей формуле:

$$\tilde{n} = \frac{\sum n}{3 \cdot L},$$ где

(8.50)

$\sum n$ - число ДТП, совершённых на рассматриваемой группе дорог в течение расчётного периода, шт.;

L - общая протяжённость дорог данной группы, км.

3. Максимально возможную длину участков концентрации ДТП принимают равной 3,0 км. Устанавливают участки, протяжённость которых менее этой длины, а абсолютное число ДТП, совершённых на них за расчётный период, превышает значения, указанные в графа 4 табл. 8.18 для данной плотности ДТП. Затем максимальную длину проверяемых участков дорог уменьшают до 2,0 км. Аналогичным способом с использованием значений, приведённых в табл. 8.18 (графа 3), выявляют участки концентрации ДТП, протяжённость которых составляет 1,0-2,0 км, и переходят к рассмотрению участков, длина которых не превышает 1,0 км.

Классификация участков концентрации дорожно-транспортных происшествий. Для прогнозирования характера изменения аварийности и оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности движения на участках концентрации ДТП их подразделяют на три типа в зависимости от стабильности наблюдаемого уровня аварийности:

прогрессирующие, на которых за последний год имеется существенный (статистически значимый) рост числа ДТП по сравнению со средним наблюдавшимся уровнем аварийности;

стабильные, на которых распределение числа совершённых ДТП по годам свидетельствует о постоянстве среднего наблюдаемого уровня аварийности;

регрессирующие («затухающие»), на которых статистически значимое уменьшение числа совершенных ДТП свидетельствует о снижении наблюдавшегося уровня аварийности.

Количественные критерии отнесения участков концентрации ДТП к указанным типам приведены в табл. 8.19.

Таблица 8.19

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Тип участка концентрации ДТП	Число ДТП за последний год при среднем числе ДТП за предшествующий расчётный период (не менее трех лет), шт.						
	1-1,2	1,2-1,5	1,5-2,2	2,2-2,85	2,85-3,2	3,2-3,5	>3,5
Регрессирующий	0	1	1	£2	£2	£3	£3
Стабильный	1-2	2	2-3	3-4	3-5	4-5	4-6
Прогрессирующий	³3	³3	³4	³5	³6	³6	³7

В зависимости от величины коэффициента относительной аварийности участки концентрации ДТП по степени опасности следует подразделять на малоопасные, опасные и очень опасные. Количественные критерии оценки участков по степени опасности представлены в табл. 8.20. Значения, приведённые в числителе табл. 8.20, следует использовать для оценки степени опасности участков концентрации ДТП при разбивке рассматриваемой дорожной сети на километровые участки с последующим расчётом коэффициента относительной аварийности. При оценке степени опасности характерных участков и элементов дорог (пересечения и примыкания, населённые пункты, кривые в плане и т.п.) используют значения, приведённые в знаменателе.

Таблица 8.20

Степень опасности участка концентрации ДТП	Граничные значения коэффициента относительной аварийности (число ДТП на 1 млн. авт.-км) по типам автомобильных дорог			
	Автомобильные магистрали	Многополосные дороги с разделительной полосой	Многополосные дороги без разделительной полосы	Двухполосные дороги
Малоопасный	0,17-0,36 0,18-0,70	0,18-0,44 0,19-0,90	0,19-0,52 0,20-1,90	0,20-0,70 0,40-2,00

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Опасный	0,36-0,65 0,70-2,60	0,44-0,80 0,90-3,00	0,52-0,98 1,90-4,30	0,70-1,30 2,00-4,40
Очень опасный	более 0,65 более 2,60	более 0,80 более 3,00	более 0,98 более 4,30	более 1,30 более 4,40

П р и м е ч а н и е. В числителе - при осреднении по километровым участкам; в знаменателе - при осреднении по характерным элементам.

При планировании мероприятий по повышению безопасности движения на выявленных участках концентрации ДТП с учётом приоритетности следует учитывать как стабильность уровня аварийности на участках концентрации ДТП, так и степень их опасности. Наиболее высокой приоритетностью с позиции включения в программу ликвидации участков концентрации ДТП обладают прогрессирующие и стабильные участки концентрации ДТП, характеризующиеся одновременно высокой степенью опасности.

ГЛАВА 9. Методы оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог

9.1. Классификации методов оценки состояния дорог

Оценка транспортно-эксплуатационного состояния - определение степени соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств автомобильных дорог, их основных параметров и характеристик. В общем виде цель оценки состоит в том, чтобы определить фактическое транспортно-эксплуатационное состояние дорог и дорожных сооружений, инженерного оборудования и обустройства, а также уровень эксплуатационного содержания, сопоставить их с требуемым, установить участки дорог, не отвечающие требованиям, выявить основные причины снижения транспортно-эксплуатационных показателей и наметить мероприятия по их повышению.

Существующие методы оценки состояния автомобильных дорог можно разделить по ряду признаков: оцениваемому показателю, полноте охватываемых оценкой элементов, периодичности оценки, объёму оценки, критериям оценки и т.д.

По оцениваемым показателям выделяют:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

а) методы оценки технико-эксплуатационных качеств или характеристик дороги, т.е. технических параметров и физических характеристик дороги, таких как прочность дорожной одежды, ровность, шероховатость и сцепные качества покрытий, устойчивость земляного полотна, а также инженерного оборудования и обустройства (знаков, ограждений, автобусных остановок, АЗС, мотелей и т.д.);

б) методы оценки транспортно-эксплуатационных показателей дороги или ее потребительских свойств, таких как обеспеченная дорогой скорость, удобство и безопасность движения, пропускная способность, допустимая осевая нагрузка и общая масса автомобилей, эргономические, эстетические, экологические свойства дороги и т.д.;

в) методы оценки показателей совместной работы дороги и автомобилей или технико-экономических показателей работы автомобильного транспорта на данной дороге, таких как средняя скорость транспортного потока, производительность автомобилей, расход топлива и износ шин, себестоимость перевозок, количество дорожно-транспортных происшествий и т.д.

По полноте оцениваемых элементов или показателей выделяют:

а) методы оценки отдельных элементов, параметров, характеристик или показателей (методы раздельной оценки);

б) методы оценки группы элементов, параметров, физических характеристик или показателей;

в) методы оценки комплекса, т.е. всех или большинства основных элементов, параметров, характеристик или показателей, так называемые методы комплексной оценки.

Методы раздельной оценки технических параметров и характеристик дорог, а также элементов инженерного оборудования и обустройства применяют в случае необходимости проверки соответствия нормативным требованиям только этих параметров или элементов и соответственно назначения ремонтных работ только по этим параметрам или элементам.

Наиболее часто таким методом оценивают состояние проезжей части: прочность дорожной одежды, ровность, сцепные качества, шероховатость, колейность, трещины и ямочность на покрытиях и т.д. Методами раздельной оценки могут быть оценены также и отдельные транспортно-эксплуатационные показатели дороги: скорость движения, пропускная способность, безопасность движения и др.

По степени объективности оценки выделяют:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

а) субъективные, или визуальные методы оценки, основанные на результатах визуального осмотра дороги и дорожных сооружений специалистами-экспертами. При этом различают визуальную диагностику, т.е. сбор информации о видимых параметрах и характеристиках состояния дороги и визуальную оценку состояния, т.е. сравнение этих характеристик с нормативными требованиями;

б) объективные методы оценки, основанные на результатах измерений параметров и характеристик дорог и дорожных сооружений, выполняемых при помощи приборов, установок и передвижных лабораторий;

в) смешанные методы оценки, когда часть параметров и характеристик оценивается по результатам визуального осмотра, а часть - по результатам объективных измерений.

По числу критериев или показателей оценки выделяют однокритериальные и многокритериальные методы оценки.

Любая оценка может считаться достоверной только тогда, когда оцениваемый показатель **измерен** количественно и сопоставлен с нормативным или эталонным значением этого показателя. Для оценки состояния автомобильных дорог наибольшее распространение нашел метод комплексной оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог по обеспеченности её потребительских свойств и метод раздельной оценки технических параметров и характеристик дорог путём сравнения их фактических значений с нормативными.

В любом случае оценка состояния производится на основании результатов диагностики, которая всегда предшествует оценке состояния дорог. Объективная оценка состояния может выполняться одновременно с диагностикой, но не может предшествовать ей.

9.2. Определение фактической категории существующей дороги

При оценке состояния и назначении работ по ремонту или реконструкции эксплуатируемых дорог во многих случаях возникает необходимость установить фактическую категорию дороги, требуемую категорию по интенсивности движения на момент обследования и расчётную, назначаемую при проектировании реконструкции.

Фактическую категорию существующей дороги на момент обследования и оценки состояния определяют путём сопоставления основных геометрических параметров с нормативными, приведёнными в СНиП 2.05.02-85 [89]. К указанным параметрам относят ширину проезжей части (ширину основной укреплённой поверхности), продольные уклоны и радиусы кривых в плане. В зависимости от рельефа местности эти параметры рассматривают как главные или дополнительные

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

критерии при определении категории дороги (табл. 9.1). Рельеф местности устанавливают по проектной документации на дорогу.

Таблица 9.1

Рельеф местности	Критерии определения фактической категории дороги		
	Ширина проезжей части или ширина основной укреплённой поверхности	Продольный уклон	Радиус кривых в плане
Равнинный	Главный	Дополнительный	Дополнительный
Пересечённый	Главный	Главный	Дополнительный
Горный	Главный	Главный	Главный

На одной дороге могут быть выделены участки различных категорий, отличающиеся по основным параметрам, протяженностью не менее 3 км на перегонах и 1 км на подходах к городам. При меньшей протяжённости таких участков их категорию принимают такой же, как на основном протяжении дороги.

Главным геометрическим параметром для установления фактической категории дороги во всех случаях является фактическая ширина проезжей части. На дорогах или участках дорог значительной протяжённости, где при строительстве, реконструкции или ремонте устроены краевые укрепительные полосы, имеющие однотипное покрытие с проезжей частью, таким параметром служит ширина основной укреплённой поверхности, включающая в себя ширину проезжей части и краевых укрепительных полос.

К дорогам категории I-а относят дороги, имеющие несколько раздельных проезжих частей (каждая по две и более полосы движения), с разделительными полосами, в том числе разметкой или разделительными барьерами между ними и пересечения в разных уровнях с другими автомобильными или железными дорогами.

К дорогам категории I-б относят дороги, имеющие две раздельные проезжие части (каждая по две и более полосы движения), с разделительной полосой, в том числе разметкой или разделительным барьером безопасности между ними.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Фактические категории других дорог по ширине проезжей части или по ширине основной укреплённой поверхности принимают в зависимости от их фактических размеров (табл. 9.2).

Таблица 9.2

Фактическая ширина проезжей части, м	До 4,8	5,8-6,8	6,9-7,4	Более 7,4
Фактическая ширина основной укрепленной поверхности, м	До 5,6	7,0-8,0	8,1-9,0	Более 9,0
Фактическая категория дороги	V	IV	III	II

Примечание. При определении фактической категории дороги не учитывают участки с дополнительной полосой проезжей части на затяжных подъёмах, на пересечениях и примыканиях, в местах автобусных остановок и площадок отдыха, обустроенных переходно-скоростными полосами.

В пересечённой местности фактическую категорию существующей дороги определяют по двум главным параметрам: ширине проезжей части и продольному уклону (табл. 9.3).

Таблица 9.3

Максимальный продольный уклон, ‰	40	50	60	70	90
Фактическая категория дороги	I-а	I-б, II	III	IV	V

В горной местности фактическую категорию дороги определяют по соответствию нормативным требованиям ширины проезжей части, продольных уклонов и радиусов кривых в плане (табл. 9.4).

Таблица 9.4

Максимальный продольный уклон, ‰	40	50	60	70	90
Минимальный радиус кривых в плане, м	250	125	100	60	30

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Фактическая категория дороги	I-а	I-б, II	III	IV	V

При определении фактической категории дороги в пересечённой и горной местностях допускается не учитывать наличие отдельных участков с продольными уклонами больше или с радиусами кривых в плане меньше нормативных для категории дороги, установленной по ширине проезжей части. Общая протяжённость указанных участков не должна превышать 10 % всей протяжённости дороги. При большей протяжённости таких участков с продольными уклонами больше или радиусами кривых в плане меньше нормативных для категории дороги, установленной по ширине проезжей части, последняя понижается на одну категорию.

Требуемую категорию дороги на момент обследования определяют на основании данных о фактической годовой среднесуточной интенсивности движения, полученной в год обследования. Допускается с целью определения требуемой категории дороги использовать данные об интенсивности движения за предыдущий год. В случае когда фактическая среднегодовая интенсивность движения превышает расчётную для данной категории дороги по СНиП 2.05.02-85, принимают решение о необходимости реконструкции существующей дороги с переводом её в более высокую категорию.

Рекомендуемую при реконструкции категорию дороги определяют проектные организации на основании данных о перспективной интенсивности движения, полученных путём прогноза и технико-экономических расчётов.

9.3. Методы визуальной оценки состояния дорог

Общие принципы визуальной оценки. Визуальный осмотр, обследование и простейшие измерения могут применяться как самостоятельный способ упрощённой диагностики и оценки состояния дороги, на основании которой ориентировочно могут быть выявлены и дифференцированы участки с различным транспортно-эксплуатационным состоянием, в первом приближении установлены виды и причины деформаций и разрушений, назначены ремонтно-восстановительные и профилактические мероприятия, определены объёмы работ и требуемые затраты на ремонт и содержание. Кроме того, визуальный осмотр и оценка, как правило, проводятся на первом этапе работ по объективной оценке состояния дороги, а также при оценке качества ремонта и содержания. В практической деятельности дорожных организаций визуальную оценку широко применяют для оценки как состояния дороги и всех дорожных сооружений в целом, так и отдельных элементов и сооружений дорог. Наиболее часто применяются визуальные методы оценки состояния дорожных одежд и покрытий.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Существует большое количество разнообразных методов визуальной оценки, которые применяются в различных странах и различных дорожных организациях. Однако все эти методы имеют много общего. Всякая визуальная оценка включает в себя осмотр и обследование состояния дороги и дорожных сооружений специально подготовленными высококвалифицированными специалистами-экспертами, по заранее разработанной методике; выявление дефектов в состоянии дороги и отступлений от требований норм; фиксацию информации об этих дефектах и отступлениях на различных носителях информации (в журналах, на магнитных лентах, дисках, компьютерных дискетах и т.д.); экспертную оценку значимости выявленных дефектов и отступлений по заранее разработанной шкале оценок и назначение рекомендуемых мероприятий по их устранению, на основании которых можно ориентировочно определить виды и объёмы дорожно-ремонтных работ, а также требуемые объёмы финансирования и материально-технических ресурсов.

В чистом виде визуальная оценка применяется редко. Обычно она выполняется с применением простейших средств измерения, записи информации с помощью портативных диктофонов, киносъёмки или телесъёмки, средств автоматической записи и отработки результатов оценки и т.д.

Различают два основных способа визуальной оценки.

В первом способе высококвалифицированный эксперт-дорожник или группа специалистов проходят пешком или проезжают на автомобиле с малой скоростью (10-20 км/час) с остановками весь участок дороги, осматривают состояние поверхности и дорожных сооружений, проводят простейшие измерения, заносят всю информацию в журнал, диктофон или переносной компьютер. При этом координаты места нахождения дефектов, деформаций и разрушений определяют в привязке к километровым и пикетным столбам или измеряют по спидометру.

Во Франции для этих целей разработана система DESY (сокращенно от слов Decri System). Она состоит из микроЭВМ типа PC; двух специальных клавиатур, каждая клавиша которой имеет свой символ, означающий ту или иную информацию; набора программ по обработке собранных данных.

Во втором способе на автомобиле устанавливают видеокамеру и из движущегося автомобиля снимают весь участок дороги. Есть два варианта съёмки поверхности дороги.

В первом варианте камеру устанавливают так, чтобы съемка производилась с точки, близкой к глазам водителя и под тем же углом, под которым водитель видит дорогу. В этом случае снимают вид проезжей части, обочин, откосов и прилегающей обстановки. Автомобиль-лабораторию, оборудованный видеокамерой для этой цели, во Франции называют VIDEOROUTE. Съемка ведется при движении автомобиля со скоростью 50 км/ч. Видеосъёмку просматривают в лаборатории с применением системы DESY.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Во втором варианте наибольшее внимание при визуальном осмотре уделяют состоянию дорожной одежды и покрытия. Для этих целей во Франции кроме системы VIDEOROUTE и DESY применяют систему дорожного фотоконтроля GERPHO. Это автомобиль, оборудованный видеокамерой, расположенной впереди автомобиля на выдвижной балке. Видеокамера непрерывно снимает поверхность покрытия шириной полосы 5 м, с масштабом съемки 1:200, при скорости движения автомобиля 60 км/ч. Съёмка производится ночью при искусственном освещении покрытия.

После проявления снятые кадры просматривают на экране, отмечают и измеряют все дефекты, деформации и разрушения покрытия и дорожкой одежды.

В МАДИ (ГТУ) разработана система видеокомпьютерной съемки в дневное время и автоматизированной фиксации состояния дорожного покрытия и характера его повреждений.

Визуальная оценка элементов автомобильных дорог. Оценка состояния земляного полотна и системы водоотвода выполняется в два этапа: визуальный осмотр и инструментальная оценка характеристик грунта, необходимая для выяснения причин деформаций и разрушений и разработки мероприятий по их устранению.

Визуальная оценка состояния обочин включает:

а) неукреплённых или укреплённых несвязным материалом и травосеянием - поверку наличия колей и ям, мест застоя воды, наличия промоин, оползней грунта на прибровочной полосе, переноса грунта с обочин на проезжую часть, просадок или вспученных мест, наличие деформаций или разрушений поверхности слоев укрепления, целостность травяного покрова;

б) укреплённых связными материалами - проверку наличия просадок, разрушения покрытий укрепления, особенно в местах стыковки с проезжей частью и прибровочной полосой, сохранность поперечных уклонов. Характер деформаций, протяженность участков с отмеченными деформациями и их объём заносят в ведомость дефектов. Здесь же даются рекомендации о местах проведения инструментальных обследований.

Визуальная оценка состояния откосов включает:

а) укреплённых травосеянием откосов - объём и характер разрушения травяного покрова, наличие и объём оплывов и сплывов грунта, промоин, участков с оползневыми явлениями, обрушений грунта, выноса грунта из откоса;

б) укреплённых различными материалами и конструкциями откосов - состояние конструкций укрепления, объём и вид деформаций и разрушений, определение

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

эффективности использованного вида укрепления в данных грунтовых, гидрологических и климатических условиях.

Визуальная оценка состояния водоотводных сооружений включает оценку целостности устройств, степени сохранности заданных геометрических форм, конструкций укрепления, стоковой способности. При этом выявляются места застоя воды, заиливания, засорения или зарастания боковых канав травой и кустарником, места оползания откосов или их размыва, отсутствие необходимых водоотводных сооружений.

При осмотре дренажных устройств отмечают места засорения устьев оплывшим по откосу грунтом, выбоины и трещины в дренах, засорение полости дрен, оседание отдельных звеньев, засорение отстойников, разрушение вокруг них грунтовой обсыпки. Особо тщательно осматривают выпуски из всех водоотводных сооружений с целью обнаружения начальных стадий размыва грунтов.

Результаты визуальной оценки с рекомендациями по ликвидации деформаций и разрушений заносят в ведомость дефектов.

Визуальная оценка состояния покрытия и дорожной одежды. Это наиболее часто применяемый в различных странах вид визуальной оценки состояния дорог. В России впервые для этих целей в 1953 г. была предложена трёхбалльная шкала оценки прочности дорожной одежды, разработанная СоюзДорНИИ. Прочность оценивали экспертным путем по наличию на покрытии трещин, сетки трещин и разрушений. В зависимости от состояния дорожной одежды оценка колеблется от I до III баллов. В дальнейшим оценка качества была дополнена оценкой ровности. На участках с прочной дорожной одеждой (оценка I балл) оценивают ещё и состояние покрытия по ровности. Оценка покрытия по ровности колеблется от 1 балла (отличное состояние) до 4 баллов (неудовлетворительное состояние). Таким образом, состояние дорожной одежды по прочности и ровности оценивают с помощью двойной шкалы: I/1, I/2 - I/4, II, III.

Значительное развитие метод оценки состояния дорожной одежды по прочности на основе результатов визуального осмотра состояния дороги получил в работах проф. Ю.М. Яковлева, который установил корреляционную зависимость между видами, характером и количеством дефектов покрытия и дорожной одежды и коэффициентом запаса прочности (табл. 9.5).

Таблица 9.5

№ п/п	Состояние покрытия и характер повреждения	Коэффициент прочности, $K_{пр}$

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

I	Без дефектов и отдельные трещины на расстоянии более 40 м	1,00
2	Отдельные трещины на расстоянии 20-40 м между трещинами	0,98-1,00
3	То же, на расстоянии между соседними трещинами 10-20 м	0,95-0,98
4	Редкие трещины на расстоянии между соседними трещинами 8-10 м	0,90-0,95
5	То же, 6-8 м	0,88-0,90
6	То же, 4-6 м	0,85-0,88
7	Частые трещины на расстоянии между соседними трещинами 3-4 м	0,80-0,85
8	То же, 2-3 м	0,78-0,80
9	То же, 1-2 м	0,75-0,78
10	Сетка трещин при относительной площади, занимаемой сеткой менее 30 %	0,70-0,75
11	То же, от 60 до 30 %	0,68-0,70
12	То же, 90-60 %	0,65-0,68
13	Искажение продольного микропрофиля и поперечного профиля (волны, колея)	0,68-0,70
14	Просадки при относительной площади просадок до 20 %	0,60-0,65

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

15	То же, от 50 до 20 %	0,58-0,60
16	То же, более 50 %	0,55-0,58
17	Проломы дорожной одежды при относительной площади проломов менее 10 %	0,60-0,65
18	То же, от 30 до 10 %	0,58-0,60
19	То же, более 30 %	0,50-0,58

Разработанный им метод визуальных наблюдений за состоянием дорожной одежды позволяет во многих случаях заменять методы инструментальных испытаний. Сущность этого метода состоит в том, что, фиксируя фактическое состояние дорожной одежды (трещины, сетка трещин, просадка, колея и др.), можно оценить интегрально за прошлый период службы одежды процесс накопления дефектов и соответственно ее прочностное состояние.

Наличие современного оборудования для видеокомпьютерной съемки позволяет упростить и автоматизировать процесс фиксации состояния дорожной одежды и характер повреждений (рис. 9.1). В МАДИ (ГТУ) разработана методика обработки результатов видеокомпьютерной съёмки состояния дорожной одежды (Борисюк Н.В., Яковлев Ю.М. Использование результатов видеокомпьютерной съёмки при оценке прочности дорожных одежд нежёсткого типа // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: задачи и решения. - М.: МАДИ (ГТУ), 2001.- С 36-42).

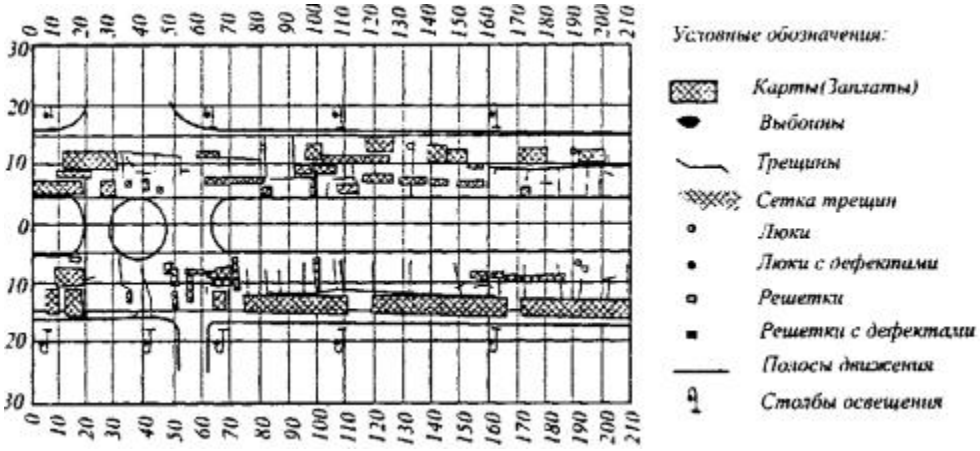


Рис. 9.1. Схема проезжей части, полученная при видеокомпьютерной съемке

Визуальную оценку состояния дорожной одежды осуществляют ежегодно на всех дорогах в весенний период после снеготаяния до начала ослабления дорожной одежды. Одной из задач этого осмотра является выявление участков, на которых необходимо провести инструментальные измерения прочности Дорожной одежды, т.е. тех участков, где есть сомнения в этой прочности. Оценку выполняет группа в составе: инженер (руководитель группы), техник и водитель автомобиля. Группа должна иметь следующие оборудование и инвентарь:

легковой автомобиль или микроавтобус;

дорожные знаки: «Дорожные работы» и «Объезд препятствия слева»;

деревянные рейки длиной 1 и 2 м и щуп с миллиметровыми делениями для измерения глубины колей;

журнал визуальной оценки;

жёлтые жилеты безопасности. Визуальную оценку производят в процессе проезда автомобиля со скоростью, позволяющей фиксировать имеющиеся на покрытии дефекты (10-20 км/час). Для удобства осмотра специалист, производящий этот осмотр (инженер), садится рядом с водителем, а ведущий записи (техник) располагается сзади.

При необходимости более подробного осмотра отдельных участков (уточнение характера дефекта) или проведения измерений (измерений глубины колеи) автомобиль проезжает вперед от места дефекта на 5-10 м, инженер и техник выходят из автомобиля и двигаются по обочине в направлении, обратном движению.

В процессе визуальной оценки состояния дорожной одежды ее делят на однотипные участки длиной от 100 до 1000 м, границы которых назначают по близким состояниям одежды. Расстояния устанавливают по спидометру автомобиля. Внутри каждого участка назначают частные участки с практически одинаковым состоянием одежды. В случае наличия нескольких дефектов оценку назначают по дефекту, дающему наиболее низкое его значение коэффициента запаса прочности.

Оценку состояния элементов обустройства автомобильных дорог проводят систематически, а также посезонно. При систематических осмотрах элементов обустройства, знаков, ограждений проверяют наличие этих элементов, соответствие их расстановки схеме дислокации, выявляют их повреждения, связанные с наездами на них автомобилей, либо умышленные повреждения участниками движения, дефекты, которые могут быть устранены на месте без

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

применения машин и сложного оборудования, а также необходимость их очистки от пыли, грязи и т.д. При оценке состояния разметки проверяют наличие и степень её износа, а также соответствие схемы реальным условиям движения. При оценке состояния элементов благоустройства автомобильных дорог (остановки, автопавильоны, площадки отдыха, видовые площадки, стоянки автомобилей и др.) выявляют поломки элементов оборудования и другие дефекты.

При сезонных осмотрах элементов обустройства дорог выявляют необходимость внесения изменений в размещение этих элементов в связи с сезонными изменениями условий движения, или дооборудования, а также их ремонта или замены по причине значительного износа.

Выпускаемая Саратовским НПЦ «Росдортех» передвижная лаборатория КП-514 МП оснащена системой видеосъемки и дополнительным рабочим местом оператора для сбора данных об инженерном оборудовании дорог (рис. 9.2). Видеосъёмка покадровая, осуществляется через задаваемый оператором интервал пути по длине дороги. Наиболее оптимально производить съемку автоматически через каждые 20 м. Для съёмки используются видеокамера или цифровой фотоаппарат, которые закрепляются в специальном кожухе на кронштейне перед лобовым стеклом лаборатории на фиксируемой высоте. Оптическая ось камеры ориентируется под определённым углом к поверхности покрытия дороги. Размещение камеры и её ориентация должны быть такими, чтобы в кадр попадала не только проезжая часть, но и элементы обустройства дороги (дорожные знаки, ограждения, переходно-скоростные полосы), были видны съезды, примыкания других дорог.



Рис. 9.2. Передвижная видеолаборатория

Снимаемое видеоизображение дороги оцифровывается, вводится в бортовой компьютер и записывается на магнитооптический диск. Скорость движения при съемке снижается до 20-30 км/час. Разработано специальное программное обеспечение, позволяющее по кадрам видеоизображения выполнять линейные измерения, включающие определение ширины проезжей части, полос движения, расстояние до объектов сбоку от дороги, высоту бордюров и ограждений,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

размещение дорожных знаков, указателей, размеры трещин, площадь дефектов на покрытии дороги.

Программа «Инженерное оборудование», которой оснащается передвижная лаборатория, по существу, выполняет роль полевого журнала при обследовании дороги и значительно облегчает работу операторов. Работа программы осуществляется по принципу каталога и диалога с оператором. Элементы дороги и инженерного оборудования разбиты на группы (земполотно, пересечения и примыкания, съезды и переезды, ограждения, знаки, разметка, остановочные площадки и др.), каждой из которых на экране бортового компьютера соответствует своя стилизованная картинка (иконка). После указания маркером на иконку на экран выводится перечень параметров и показателей состояния соответствующего элемента дороги или инженерного оборудования, а также варианты их качественного состояния. Например, варианты указания материала, из которого сооружен или изготовлен элемент дороги, перечень возможных дефектов и т.п. Таким образом, оператору остается, визуально оценивая элемент дороги, по существу отвечать на вопросы, которые задает программа бортового компьютера. Можно, остановив лабораторию, выйти из нее, осуществить детальный осмотр элемента, измерение вручную какого-либо параметра. Компьютер переносной, поэтому можно и с ним выйти из лаборатории, например при обследовании труб.

В последнее время передвижные лаборатории оснащаются спутниковыми навигационными системами GPS. Это приемник сигнала от одного или нескольких спутников, плата ввода сигнала в бортовой компьютер и программа обработки сигнала. Использование GPS-систем эффективно для определения географических координат трассы дороги в плане, внесения корректив в показания датчика пути передвижной лаборатории. Существуют дорогие GPS-системы, которые обеспечивают измерения с погрешностью в несколько сантиметров.

9.4. Методы оценки состояния дорог по техническим параметрам и физическим характеристикам и комбинированные методы

На первом этапе развития дорожной науки оценка состояния дорог осуществлялась как оценка инженерного сооружения с позиций прочности, устойчивости, работоспособности, сроков службы и т.д. [7, 92, 94, 114]. В основу оценки положено определение фактических технических параметров, физических и транспортно-эксплуатационных характеристик или качеств дороги (ТЭХ АД или ТЭК АД) и сравнение их с нормативными или проектными данными.

В случае когда фактические параметры и физические характеристики существующей дороги соответствуют требованиям действующих норм или отличаются от этих требований на допустимую величину, считается, что дорога находится в нормальном состоянии и не требует ремонта или реконструкции. Если какие-либо технические параметры или характеристики не соответствуют

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

нормативным требованиям, значит, необходимы ремонтные работы для того, чтобы привести эти параметры и характеристики в соответствие с нормативными требованиями.

В зависимости от целей оценки определяют конкретный перечень параметров и характеристик дороги, которые необходимо измерить или определить, а оценку состояния дороги выполняют по отдельным параметрам (одному или нескольким), по группе параметров и по всему комплексу параметров и характеристик.

По техническим параметрам и характеристикам, которые могут быть оценены в относительной форме, вычисляют соответствующие коэффициенты (прочности, ровности, скользкости, износа, дефектности покрытия и т.д.) и составляют ведомости коэффициентов. По этим данным назначают ремонтные мероприятия на тех участках, где значения указанных коэффициентов не соответствуют допустимым величинам.

В течение длительного времени в России используется разработанная в результате исследований проф. Бируля А.К., Бабкова В.Ф., Иванова Н.Н., Калужского Я.А., Корсунского М.Б., Сиденко В.М. и др. [7, 13, 92] система из пяти основных показателей: коэффициент прочности, коэффициент ровности (или коэффициент службы), коэффициент скользкости, коэффициент износа покрытий и коэффициент интенсивности движения. Однако эти показатели не приводятся к единому, а рассматриваются как группа отдельных показателей, из которых главными считаются коэффициенты прочности, ровности и скользкости.

Для получения необходимой для оценки информации в этих методах применяют специальные приборы, установки и лаборатории для измерения геометрических параметров плана и профиля дорог, прочности дорожных одежд, ровности, шероховатости и сцепных качеств покрытия и т.д. Широко используют визуальные методы сбора информации, кино- и телевизионные съемки.

Преимущество методов оценки состояния дороги путем сравнения фактических технических параметров и физических характеристик с нормативными состоит в простоте оценки и назначении ремонтных работ по каждому из них, а также в том, что можно оценивать состояние дороги по любому набору параметров.

Однако эта группа методов имеет ряд недостатков. Один из них состоит в том, что перечень оцениваемых параметров и характеристик состояния дороги постоянно расширяется и в разных методиках колеблется от 10-15 до 40 и более. Оценки параметров и характеристик на каждом участке дороги могут иметь различные количественные или качественные значения. В этой ситуации сделать однозначный вывод об общей оценке состояния дороги, о сравнении общего состояния двух участков дорог или двух различных дорог, а следовательно, выбрать объективно обоснованную стратегию ремонтных работ весьма трудно. Появляется широкое поле для выбора решений в виде различных наборов

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

приоритетных работ, назначаемых по одному, двум или нескольким показателям независимо от других.

Примером может служить методика определения индекса эксплуатационной надёжности покрытия PSI (Present Sereiceabilitay Index). Для расчета PSI следует предварительно установить ровность покрытия, протяженность трещин и площадь ямочного ремонта на 1000 м: площади покрытия и среднюю глубину колеи:

$$RSI = 11{,}683 - 3{,}91 g\bar{R}_i - 0{,}01\sqrt{3{,}08C + p} - 0{,}241 РД^2, \text{ где}$$

(9.1)

$\bar{R}_i$ - показатель ровности покрытия по толчкомеру;

C - протяжённость трещин в м на 1000 м^2;

p - площадь ямочного ремонта покрытия, м^2/1000 м^2;

$РД$ - средняя глубина колеи.

Разработана шкала оценки состояния покрытия по этому показателю: больше 3,5 - отлично; 2,5-3,5 - хорошо; 1,5-2,5 - удовлетворительно; меньше 1,5 - неудовлетворительно.

Этот показатель нельзя назвать комплексным, так как он оценивает только состояние покрытия. По этому показателю можно планировать работы по содержанию и ремонту покрытия, без учета его сцепных качеств, прочности, состояния обочин, откосов, ширины проезжей части и других элементов дороги. Методика оценки состояния дорожного покрытия по индексу эксплуатационной надежности используется в системе управления эксплуатации покрытий автомобильных дорог PMS (Pavement Management Systems).

Для устранения указанного недостатка применяются способы балльной оценки, когда абсолютные или относительные количественные показатели различных дефектов и деформаций вместе с качественными оценками других показателей

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

переводятся в баллы. Итоговая оценка производится по сумме баллов или, наоборот, по остатку баллов. Примером таких способов оценки состояния дорог могут служить разработанные в Польше «Система оценки состояния покрытий» (SOSN) и «Визуальная оценка дорог» (WOD).

В системе SOSN оцениваются параметры дорожной одежды и покрытия: прочность дорожной одежды, ровность продольная и поперечная (колейность), шероховатость, сцепные качества и состояние покрытия. При этом прочность, ровность продольная и поперечная, шероховатость и сцепные качества покрытия измеряются приборами и установками, а показатели состояния поверхности дороги измеряются и оцениваются визуально с использованием каталога деформаций и разрушений.

В системе WOD визуально оцениваются обозначение и устройства организации движения, состояние дорог ночью и дорожная полоса. Кроме того, в систему WOD включается и оценка состояния дорожного покрытия, выполняемая по системе SOSN.

Оценка состояния отдельных элементов дороги и дороги в целом дается в баллах. Получается достаточно полная оценка состояния поверхности дороги, за исключением прямой оценки степени соответствия геометрических параметров дороги сложившейся интенсивности и составу движения.

Другой более важный недостаток состоит в том, что методы оценки состояния дорог по степени соответствия их технических параметров и физических характеристик нормативным требованиям в прямом виде не оценивают транспортно-эксплуатационные показатели дорог, т.е. их потребительские свойства. Они оцениваются только косвенно, предположительно.

Комбинированные методы оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог включают в себя оценку дороги по основным транспортно-эксплуатационным показателям, техническим параметрам и характеристикам. Они позволяют оценивать состояние дороги не просто как инженерного сооружения, а как **инженерного транспортного сооружения**, предназначенного для обеспечения удобного и безопасного движения автомобилей с высокими скоростями и установленными нагрузками.

В этих методах нашел распространение термин «транспортно-эксплуатационное состояние дороги» (ТЭС АД) - комплекс параметров и характеристик технического уровня, эксплуатационного состояния и инженерного оборудования и обустройства, а также термин «транспортно-эксплуатационные показатели дороги» (ТЭП АД), которые непосредственно зависят от транспортно-эксплуатационного состояния дороги и характеризуют дорогу именно как транспортное сооружение [13, 92, 95].

К транспортно-эксплуатационным показателям дороги (ТЭП АД) относятся обеспеченная дорогой непрерывность, скорость, удобство и безопасность движения, пропускная способность и уровень загрузки, допустимые габариты, осевая нагрузка и общая масса автомобилей, эргономические, экологические, эстетические и другие показатели.

Методика оценки достаточно проста: определяют в абсолютной или относительной форме фактические значения транспортно-эксплуатационных показателей и технических характеристик, сравнивают их с нормативными требованиями, по каждому параметру и характеристике получают оценку (рассогласование), с учётом которых назначают ремонтные мероприятия и работы. Для оценки транспортно-эксплуатационных показателей применяют приборы и установки для измерения скорости, определения интенсивности и состава движения, измерения габаритов и осевых нагрузок автомобилей и др.

Так, например, в действующих технических правилах ремонта и содержания автомобильных дорог используется комбинированная система показателей оценки состояния дорог, которая включает в себя следующие показатели [95]:

скорость движения; этот показатель оценивается по величине коэффициента обеспеченности расчётной скорости в осенне-весенние переходные периоды года;

пропускная способность дороги и уровень загрузки дороги движением;

безопасность движения - оценивают по коэффициенту происшествий, коэффициенту аварийности и коэффициенту безопасности;

соответствие фактических геометрических параметров нормативным для данной категории дороги - оценивают прямым сравнением;

прочность дорожной одежды - оценивают коэффициентом прочности;

ровность покрытия и глубины колеи - оценивают коэффициентом ровности и глубиной колеи;

шероховатость и сцепные качества покрытия - оценивают показателем скользкости и допустимой разницей коэффициента сцепления по ширине покрытия.

Это основные показатели. Кроме того, по техническим параметрам и физическим характеристикам оценивают состояние обочин, откосов, системы водоотвода. Состояние мостов оценивается в основном определением их грузоподъёмности.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Профессором В.К. Некрасовым предложена комплексная система технико-экономических показателей состояния дороги и условий движения на ней, которая включает в себя 16 коэффициентов: службы, проезжаемости, скользкости, изношенности, прочности, безопасности, аварийности, обслуживания подвижного состава, обеспечения автомобилей топливом, интенсивности движения, загрузки дороги движением, времени сообщения, обеспечения пассажиров автобусов местами для ожидания, обслуживания пассажиров дальнего следования, обеспечения площадками для стоянок и отдыха, санитарно-технического обслуживания.

Во многих странах мира существуют аналогичные наборы показателей, которые мало отличаются один от другого. Главное достоинство комбинированного метода оценки состоит в том, что в нём наряду с техническими параметрами и характеристиками оцениваются и основные транспортно-эксплуатационные показатели, т.е. потребительские свойства.

Главный недостаток этого метода в том, что каждый показатель, параметр и характеристика оценивается раздельно и имеет свои нормативные требования. В результате по итогам оценки на каждом участке дороги получается от 20 до 80 числовых данных в абсолютной или относительной форме, показывающих совпадения или отклонения от нормативных требований, что существенно затрудняет анализ и формирование вывода о степени соответствия дороги нормативным требованиям, затрудняет назначение и выбор наиболее важных ремонтных мероприятий.

Чтобы упростить решение задачи, применяют различные способы определения весовых коэффициентов, коэффициентов важности, приоритетности, разделения работ на главные и второстепенные. В большинстве своем это делается экспертным путём, т.е. волевым порядком, что может привести к ошибочным решениям при распределении весьма ограниченных средств на ремонт и содержание автомобильных дорог. Чаще всего за приоритетный показатель принимают прочность, ровность и сцепные качества покрытий или какой-то один из них. Все эти характеристики можно повысить усилением дорожной одежды, устройством нового слоя износа или поверхностной обработки.

Однако с позиций потребителя усиление дорожной одежды, устранение неровностей или повышение сцепных качеств малоэффективно на тех участках, где главными причинами снижения транспортно-эксплуатационных показателей дороги является узкая проезжая часть при возросшей интенсивности движения, малый радиус кривой в плане, отсутствие видимости, большая крутизна подъема, неблагоустроенное пересечение в одном уровне, и во многих других случаях, когда затраченные средства не дают ожидаемого эффекта.

Чтобы избежать таких ошибок, необходима комплексная, обобщённая оценка влияния всех параметров и характеристик дорог на потребительские свойства

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

дорог и учёт их при планировании дорожных работ. Во многих странах мира разрабатывается новое поколение методов оценки состояния дорог, в которых в качестве главных показателей оценки приняты отдельные потребительские свойства или группы потребительских свойств дороги. Одной из первых крупных методик этой группы является разработанная по поручению Всемирного банка для развивающихся стран региона с жарким климатом модель HDM-III (Haiway Design and Maintenance), в которой укрупнённо оценивается влияние продольного профиля и плана трассы и детально оценивается влияние состояния дорожного покрытия на среднюю скорость движения автомобилей. В зависимости от средней эксплуатационной скорости для каждой группы автомобилей вычисляют затраты пользователей на топливо, износ шин, запасные части и другие ресурсы.

Модель имитирует общие дорожные условия, используя эмпирические зависимости для районов с жарким климатом стоимости строительства и ремонта дорог, зависимости скорости от продольных уклонов и кривизны дороги в плане, от ровности покрытия [25, 26, 27, 28, 30, 31, 32]. Модель предназначена для экономического анализа альтернативных решений на уровне дорожной сети. Несмотря на то что модель не предназначена для окончательного инженерного решения, она может быть использована для оценки влияния состояния дорожного покрытия на скорость движения автомобилей и для прогнозирования этого влияния на перспективу с учётом ожидаемых деформаций и разрушений дорожного покрытия.

В настоящее время разработана новая версия модели HDM-IV, которая позволяет существенно расширить сферу ее применения для оценки как проектных решений, так и состояния существующих дорог, в том числе и в регионах с отрицательной температурой воздуха.

Во Франции разработано программное обеспечение SISTER (Simulation de Strategic d'Entretien Routier) - моделирование стратегии содержания дорог, где состояние дороги оценивается «оценкой качества», которая характеризует структурное (прочностное) состояние дороги, и «оценкой ровности», относящейся к уровню обслуживания, предоставляемого пользователю [3, 11, 12, 24].

При оценке состояния дорог прежде всего учитывается влияние ровности покрытия на затраты пользователя по эксплуатации транспортных средств.

9.5. Методика комплексной оценки качества и состояния дорог по их потребительским свойствам

Общие положения. Метод разработан проф. А.П. Васильевым на основании многолетних исследований, выполненных в МАДИ, Гипродорнии и других организациях [5, 6, 7, 17]. Он основан на том, что в рыночных условиях конечным результатом деятельности дорожных организаций как при строительстве новых,

так и при эксплуатации существующих дорог является обеспечение высоких потребительских свойств дорог, через которые дорожная отрасль осуществляет свой вклад в технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта, в социальное и экономическое развитие регионов. С этих позиций к дорогам вполне применимо определение, что качество продукции - это комплекс ее потребительских свойств, обусловливающих способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением продукции.

Цель диагностики и оценки состояния заключается в определении степени соответствия фактических транспортно-эксплуатационных показателей нормативным требованиям к потребительским свойствам дорог. Интегральным показателем, наиболее полно отражающим все основные транспортно-эксплуатационные показатели, принята скорость движения, выраженная через коэффициент обеспеченности расчетной скорости.

Рассматриваемый метод применяется для оценки качества проекта строительства, реконструкции или ремонта дороги, качества дороги в момент сдачи её в эксплуатацию после строительства, реконструкции или ремонта, а также качества и транспортно-эксплуатационного состояния дороги, находящейся в эксплуатации.

Под качеством дороги понимают степень соответствия показателей технического уровня, эксплуатационного состояния, инженерного оборудования и обустройства, а также уровня содержания нормативным требованиям, обеспечивающим потребительские свойства дороги данной категории.

Оценку потребительских свойств дороги или её транспортно-эксплуатационных показателей выполняют применительно к работе дороги и ее состоянию в осенне-весенний период года, когда все достоинства и недостатки дороги проявляются наиболее полно. В сухое теплое время года при благоприятных условиях погоды фактические транспортно-эксплуатационные показатели могут быть выше, чем в осенне-весенний период. Поэтому результаты обследований, выполненных в сухое тёплое время года, приводятся к расчётным осенне-весенним условиям работы дороги.

Для обобщённой комплексной оценки качества дороги и уровня её содержания определяют показатель качества и состояния дороги $П_д$, который включает в себя комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния $КП_д$, показатель инженерного оборудования и обустройства и показатель эксплуатационного содержания дороги $К_э$:

$$П_д = КП_д \times К_{об} \times К_э. \qquad (9.2)$$

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для вновь построенной или реконструированной дороги в момент сдачи её в эксплуатацию принимают $К_э = 1$.

Показатели $П_д$, $КП_д$, $К_{об}$, $К_э$ являются критериями оценки качества и состояния дороги. Их нормативные значения для каждой категории принимают в соответствии с действующими нормативно-техническими документами. Нормативные значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дорог ($КП_н$) соответствуют требованиям СНиП 2.05.02-85, ВСН 24-88 и ГОСТ Р 50597-93. В неблагоприятных условиях погоды осенне-весеннего периода года допускается снижение требований к показателю транспортно-эксплуатационного состояния дороги ($КП_д$), но не более чем на 25 %. Эти значения принимают за предельно допустимые ($КП_П$). Фактические значения $КП_д$ могут колебаться от 0,15 до 1,25 и более (табл. 9.6).

Таблица 9.6

Нормативные значения $КП_н$ (числитель) и предельно допустимые $КП_П$ (знаменатель) значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дорог

Категория дороги	Основная расчётная скорость, км/ч	На основном протяжении	На трудных участках местности	
			пересечённой	горной
I-а	150	1,25/0,94	1,0/0,75	0,67/0,50
I-б, II	120	1,0/0,75	0,83/0,62	0,5/0,38
III	100	0,83/0,62	0,67/0,50	0,42/0,33
IV	80	0,67/0,50	0,50/0,38	0,33/0,25
V	60	0,5/0,38	0,33/0,25	0,25/0,17

Примечание. Критерии выделения трудных участков пересечённой и горной местности приняты в соответствии с примечанием 1 к п. 4.1 СНиП 2.05.02-85.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Нормативным считается такое состояние дороги, при котором её параметры и характеристики обеспечивают значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния не ниже нормативного ($КП_д$ ³ $КП_н$) в течение всего осенне-весеннего периода. Допустимым, но требующим улучшения и повышения уровня содержания считается такое состояние дороги, при котором её параметры и характеристики обеспечивают значение комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния в осенне-весенний период ниже нормативного, но не ниже предельно допустимого ($КП_н > КП_д > КП_П$).

Недопустимым, требующим немедленного ремонта или реконструкции, считается такое состояние дороги, при котором значение комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги в осенне-весенний период ниже предельно допустимого ($КП_д < КП_П$).

За нормативную величину показателя инженерного оборудования и обустройства принимают $К_{об}$ = 1, которое обеспечивается при наличии и соответствии требованиям стандартов и других нормативных документов основных элементов инженерного оборудования и обустройства дорог: дорожных знаков, ограждений, разметки, примыканий, пересечений автомобильных дорог с автомобильными и железными дорогами, автобусных остановок и площадок отдыха, тротуаров и пешеходных дорожек в населённых пунктах, освещения. Фактические значения величины $К_{об}$ могут колебаться от 0,9 до 1,0.

За нормативную величину показателя уровня эксплуатационного содержания принимают $К_э$ = 1,0, которое обеспечивается средним уровнем содержания согласно «Временному руководству по оценке уровня содержания автомобильных дорог», утверждённому ФДС России 26.11.1997 г. Фактические значения величины $К_э$ могут колебаться от 0,9 до 1,1.

Нормативные и предельно допустимые значения обобщённого показателя качества и состояния дороги принимают равными соответствующим значениям комплексного показателя ТЭС АД, то есть $П_Н = КП_н$ и $П_П = КП_П$. Дорога, находящаяся в эксплуатации, полностью соответствует требованиям к качеству и состоянию, когда $П_д$ ³ $П_Н$, и находится в допустимом состоянии, когда $П_Н > П_д$ ³ $П_П$.

При других значениях показателей дорога находится в недопустимом состоянии.

В зависимости от целей и задач оценки она может быть выполнена как по обобщённому показателю качества и состояния, так и раздельно по комплексному показателю транспортно-эксплуатационного состояния ($КП_д$), показателю инженерного оборудования и обустройства ($К_{об}$) или по показателю уровня эксплуатационного содержания ($К_э$).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Значения всех показателей могут быть определены для участка дороги, для всего протяжения дороги, для сети дорог, обслуживаемых дорожной организацией или для сети дорог региона.

Оценку качества дороги в момент сдачи в эксплуатацию после строительства, реконструкции или ремонта выполняют так же как и эксплуатируемой дороги по результатам объективной оценки и измерения фактических параметров и характеристик дороги.

Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги. Главным этапом оценки качества и состояния дороги является определение показателя её технического уровня и эксплуатационного состояния или комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния ($КП_д$), которая включает в себя оценку геометрических параметров поперечного профиля, плана и продольного профиля дороги, состояния покрытия и прочности дорожной одежды, продольной и поперечной ровности, сцепных качеств покрытий, состояния обочин, габаритов мостов и путепроводов, интенсивности и состава транспортных потоков, а также безопасности движения.

В основу методики комплексной оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги положен принцип обязательного соблюдения всех нормативных требований к параметрам и характеристикам, определяющим её транспортно-эксплуатационные показатели.

Транспортно-эксплуатационное состояние каждого характерного отрезка дороги оценивают итоговым коэффициентом обеспеченности расчётной скорости

$K_{pci}^{итог}$, который принимают за комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги на данном отрезке:

$$КП_{дi} = K_{pci}^{итог}. \quad (9.3)$$

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги на момент обследования выполняют по величине комплексного показателя:

$$КП_д = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_{рсi}^{итог} \cdot l_i}{L},$$ где

(9.4)

$K_{рсi}^{итог}$ - итоговое значение коэффициента обеспеченности расчётной скорости на каждом участке;

l_i - длина участка с итоговым значением $K_{рсi}^{итог}$, км;

n - число таких участков;

L - общая длина дороги (участка дороги), км.

Изменение состояния дороги за период между обследованиями оценивают по величине прироста комплексного показателя ТЭС АД по формуле

$$\Delta КП_д = КП_д^N - КП_д^N,$$ где

(9.5)

$КП_д^N, КП_д^N$- значения комплексного показателя на начало и конец оцениваемого периода, вычисленные по формуле (9.4).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Отрицательное значение прироста свидетельствует об ухудшении состояния дороги за оцениваемый период по сравнению с первоначальным.

Используя результаты оценки транспортно-эксплуатационного состояния отдельных дорог, можно оценить состояние всей сети дорог и сравнить его с требуемым (Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. ОДН 218.0.006-2002 (взамен ВСН 6-90).).

Порядок и методика оценки влияния элементов параметров и характеристик дорог на комплексный показатель их транспортно-эксплуатационного состояния. Для оценки влияния отдельных параметров и характеристик дорог на комплексный показатель их состояния ($КП_д$) определяют частные коэффициенты обеспеченности расчётной скорости на каждом характерном участке дороги.

При определении коэффициентов обеспеченности расчётной скорости аналитическим путём учитывают следующие особенности:

а) не принимают во внимание общие ограничения скорости Правилами дорожного движения и местные ограничения скорости (в населённых пунктах, на переездах железных дорог, на пересечениях с другими дорогами, на кривых малых радиусов, в зоне автобусных остановок, в зонах действия дорожных знаков и др.);

б) в случае резкого различия условий движения по дороге в разных направлениях (например, на затяжных уклонах горных дорог), кроме дорог I категории, величину коэффициента обеспеченности расчетной скорости принимают по наименьшему значению из двух направлений движения; на дорогах I категории следует выполнять оценку их состояния по направлениям движения раздельно;

в) не учитывают участки постепенного перехода скорости от одного значения к другому, т. е. строят ступенчатую эпюру показателей.

Значения частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости принимают по табл. 9.8-9.23. Значение итогового коэффициента обеспеченности расчётной скорости

$K_{pi}^{итог}$ на каждом участке для осенне-весеннего расчётного по условиям движения периода года принимают равным наименьшему из всех частных коэффициентов на этом участке:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$K_{pci}^{итог} = K_{pci}^{min}.$$

Для этого строят линейный график, на который наносят сокращённый продольный профиль и план дороги, основные параметры и характеристики, частные и итоговые значения коэффициента обеспеченности расчётной скорости, а также линии нормативного и предельно допустимого значений показателей качества и транспортно-эксплуатационного состояния дороги (рис. 9.3).

Для получения итогового значения коэффициента обеспеченности расчётной скорости определяют частные коэффициенты, учитывающие ширину основной укреплённой поверхности (укреплённой поверхности) и ширину габарита моста – $K_{pc}1$; ширину и состояние обочин - $K_{pc}2$; интенсивность и состав движения - $K_{pc}3$; продольные уклоны и видимость поверхности дороги - $K_{pc}4$; радиусы кривых в плане и уклон виража - $K_{pc}5$; продольную ровность покрытия - $K_{pc}6$; коэффициент сцепления колеса с покрытием - $K_{pc}7$; состояние и прочность дорожной одежды - $K_{pc}8$; ровность в поперечном направлении (глубину колеи) - $K_{pc}9$; безопасность движения - $K_{pc}10$.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

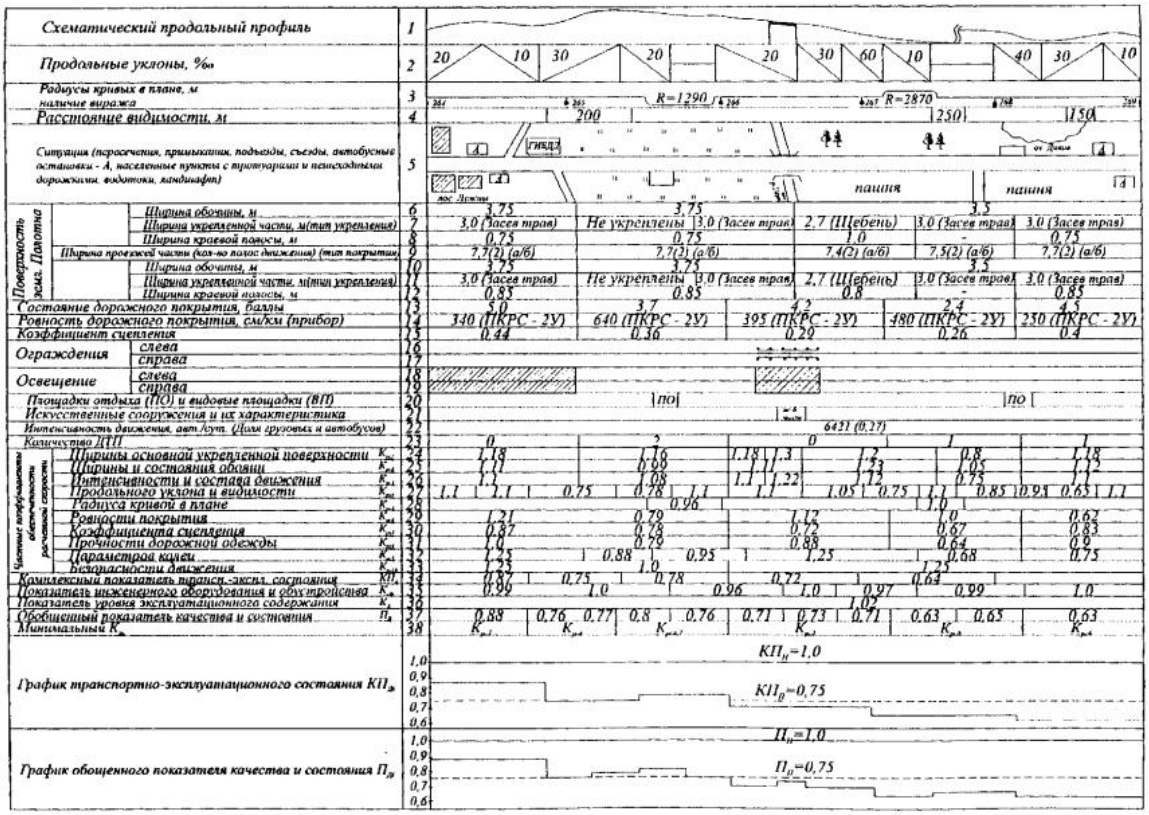


Рис. 9.3. ЛИНЕЙНЫЙ ГРАФИК ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОГИ

Частный коэффициент K_{pc1}, определяют исходя из ширины проезжей части и краевых укреплённых полос, которые вместе составляют ширину основной укреплённой поверхности B_1, с учётом влияния в осенне-весенний периоды года укрепления обочин на фактически используемую для движения ширину этой поверхности $B_{1ф}$.

При наличии краевых укреплённых полос

$$B_{1ф} = (B_n + 2a_y) \times K_y, \text{ м, где} \qquad (9.6)$$

B_n - ширина проезжей части, м;

a_y - ширина краевой укрепленной полосы, м;

K_y - коэффициент, учитывающий влияние вида и ширины укрепления на фактически используемую для движения ширину основной укреплённой

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

поверхности (коэффициент используемой ширины основной укреплённой поверхности), принимают по табл. 9.7.

Таблица 9.7

Значения коэффициента использования ширины основной укреплённой поверхности

Вид укрепления обочин	Значения K_y	
	на прямых участках и на кривых в плане радиусом более 200 м	на кривых в плане радиусом менее 200 м, а также на участках с ограждениями, направляющими столбиками, тумбами, парапетами
Покрытие из асфальтобетона, цементобетона или из материалов, обработанных вяжущими	1,0	1,0
Слой щебня или гравия	0,98/0,96	0,97/0,95
Засев трав	0,96/0,94	0,95/0,93
Обочины не укреплены	0,95/0,93	0,93/0,90

Примечания: 1. В числителе для дорог I-II категорий, в знаменателе - для дорог III-V категорий. 2. Значения K_y даны для ширины полосы укрепления обочины 1,0 м и более. При меньшей ширине полосы укрепления значения K_y принимают для укрепления асфальтобетоном или другими обработанными вяжущими материалами как для укрепления щебнем или гравием; для укрепления щебнем или гравием как для укрепления засевом трав, а для укрепления засевом трав как для неукреплённой обочины.

При отсутствии краевых укреплённых полос

$$B_{1ф} = B_n \times K_y, \text{ м.} \qquad (9.7)$$

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

На мостах, путепроводах, эстакадах

$B_{1ф} = Г - 3 \times h_б$, м, где (9.8)

$Г$ - габарит моста, м;

$h_б$ - высота бордюра, м.

За характерные по ширине укреплённой поверхности принимают участки с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос - участки дороги с одинаковой шириной проезжей части. При этом не учитывают колебания ширины в пределах до 0,20 м. При уменьшении или увеличении на смежном участке ширины основной укреплённой поверхности более чем на 0,20 м такой участок выделяют в характерный. Если разница в ширине $B_{1ф}$ на смежных участках превышает 0,5 м, то участок с меньшей шириной относят к местным сужениям, в длину которого включают зоны влияния по 75 м от начала и конца сужения.

Значения $K_{рс}1$ в зависимости от ширины основной укреплённой поверхности, используемой для движения, числа полос и интенсивности движения приведены в табл. 9.8-9.11.

Частный коэффициент $K_{рс}2$ определяют по величине ширины обочины в соответствии с табл. 9.13. В общем случае в состав обочины входит краевая укрепленная полоса, укреплённая полоса для остановки автомобилей и прибровочная полоса.

За характерные по ширине обочин принимают отрезки дороги с одинаковой шириной обочин. Если ширина правой и левой обочин разная, в расчёт принимают меньшую. При выделении характерных участков не учитывают колебания ширины обочины в пределах до 0,10 м при общей ширине обочины до 1,5 м и в пределах до 0,20 м при ширине обочины более 1,5 м. В случае изменения ширины обочины на величину больше указанных (0,1 м и 0,20 м) участок выделяют в характерный.

В случае когда проезжая часть и краевые укреплённые полосы или проезжая часть и укреплённые обочины имеют один тип покрытия и между этими элементами нет четко видимых различий (например, для гравийных и щебеночных покрытий), ширину краевых укреплённых полос или укреплённых обочин условно принимают по формуле

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$a_y = \frac{B_y - B_o}{2}, \text{м},$$ где

(9.9)

a_y - ширина краевой укреплённой полосы или укреплённой обочины, имеющих одинаковый с проезжей частью тип покрытия, м;

B_y - общая ширина укреплённой поверхности, имеющая один тип покрытия, м;

B_o - оптимальная ширина укреплённой поверхности, соответствующая данной интенсивности движения, м (табл. 9.12).

Таблица 9.8

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{pc1}, учитывающего влияние ширины основной укреплённой поверхности дороги для двухполосных дорог

Ширина основной укреплённой поверхности $B_{1ф}$, м	Интенсивность движения, авт,/сут (физических ед,)			
	менее 600	600-1200	1200-3600	3600-10000
1	2	3	4	5
4,50	0,58	0,25	-	-
4,75	0,68	0,33	-	-
5,0	0,79	0,41	-	-
5,25	0,88	0,50	-	-
5,50	1,0	0,58	-	-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

5,75	1,10	0,64	-	-
6,0	1,20	0,75	0,65	-
6,25	1,25	0,84	0,71	-
6,50	-	0,93	0,78	0,61
6,75	-	1,0	0,85	0,68
7,0	-	1,07	0,91	0,75
7,25	-	из	0,98	0,82
7,50	-	1,19	1,05	0,88
7,75	-	1,25	1,12	0,94
8,0	-	1,30	1,18	1,0
8,25	-	-	1,25	1,05
8,50	-	-	1,30	1,10
8,75	-	-	-	1,15
9,0	-	-	-	1,20
9,25	-	-	-	1,25

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

9,50	-	-	-	1,30

Таблица 9.9

Для трёхполосных дорог

Ширина укреплённой поверхности $B_{1ф}$, м	Значения $K_{pc}1$	
	с разметкой	при отсутствии разметки
10,50	0,8	0,7
10,75	0,83	0,72
11,0	0,86	0,74
11,25	0,88	0,76
11,50	0,90	0,78
11,75	0,95	0,80
12,0	0,99	0,81
12,25	1,03	0,82
12,50	1,08	0,83
12,75	1,10	0,85

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

13,0	1,15	0,87
13,25	1,18	0,92
13,50	1,22	0,97
13,75	1,25	1,02
14,0	-	1,07

Примечание. Приведённые $K_{pc}1$ действительны при интенсивности движения более 7 тыс. авт./сут. При меньшей интенсивности для дорог с шириной укреплённой поверхности 10,5 м принимают $K_{pc}1$=1,10 при отсутствии разметки и $K_{pc}1$=1,25 при наличии разметки.

Таблица 9.10

Для двухполосной проезжей части четырёхполосных дорог

Ширина укреплённой поверхности $B_{1ф}$, м	Значения $K_{pc}1$ при ширине разделительной полосы, м	
	до 5 м	более 5 м
6,0	0,50	0,55
6,25	0,59	0,64
6,50	0,67	0,72
6,75	0,75	0,80
7,0	0,83	0,88

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

7,25	0,90	0,95
7,50	0,95	1,00
7,75	1,0	1,05
8,0	1,05	1,10
8,25	1,10	1,15
8,50	1,15	1,20
8,75	1,20	1,23
9,0	1,25	1,26
9,25	1,29	1,29
9,50	1,32	1,32
9,75	1,35	1,35

Таблица 9.11

Для многополосных магистралей

Ширина основной укрепленной поверхности одного направления, м	Значения $K_{pc}1$ при ширине разделительной полосы, м	
	до 5 м	более 5 м

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Шестиполосные дороги		
10,50	0,75	0,80
10,75	0,80	0,85
11,0	0,85	0,90
11,25	0,92	0,96
11,50	0,98	1,03
11,75	1,05	1,10
12,00	1,10	1,15
12,25	1,15	1,20
12,50	1,20	1,25
12,75	1,25	1,30
13,00	1,30	1,35
Восьмиполосные дороги		
15,00	0,75	0,80
15,25	0,80	0,85

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

15,50	0,85	0,90
15,75	0,95	1,00
16,00	1,05	1,10
16,25	1,15	1,20
16,50	1,20	1,25
16,75	1,25	1,30
17,00	1,30	1,35

Таблица 9.12

Интенсивность движения, авт./сут	до 100	100-600	600-1200	1200-3600	более 3600
Оптимальная ширина укреплённой поверхности B_O, м	4,5	7	7,5	8	9,5

Для трёхполосных дорог или проезжей части автомагистралей с тремя полосами движения оптимальную ширину укреплённой поверхности принимают 12,75 м, для четырёхполосной проезжей части автомагистралей -16 м.

В случае когда на всей ширине обочины устроен один тип укрепления, значения K_{pc2} принимают по табл. 9.13 в зависимости от общей ширины обочины для данного типа укрепления. Аналогично принимают значения K_{pc2} при отсутствии укрепления на всей ширине обочины.

Таблица 9.13

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{pc2}, учитывающего влияние ширины и состояния обочин

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ширина обочины (включая краевую укреплённую полосу), м	Тип укрепления обочины			
	а/б; ц/б; обработка вяжущими	слой щебня или гравия	засев трав	обочины не укреплены
1	2	3	4	5
0,30	0,30	0,20	0,19	0,19
0,40	0,34	0,24	0,22	0,20
0,50	0,64	0,44	0,42	0,35
0,75	0,71	0,60	0,52	0,40
1,00	0,85	0,70	0,60	0,50
1,25	0,90	0,76	0,65	0,55
1,50	0,95	0,82	0,70	0,60
1,75	1,0	0,86	0,75	0,65
2,00	1,05	0,90	0,80	0,70
2,25	1,10	0,95	0,85	0,75
2,50	1,15	1,00	0,90	0,80
2,75	1,20	1,05	0,95	0,85

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

3,00	1,25	1,10	1,0	0,90
3,25	1,30	1,15	1,05	0,90
3,50	1,35	1,20	1,05	0,90
3,75	1,35	1,25	1,05	0,90
4,00	1,35	1,25	1,05	0,90

П р и м е ч а н и я: 1. При наличии на обочине крупных промоин, продольной колеи вдоль кромки проезжей части или краевой укреплённой полосы, а также при расположении поверхности обочины выше или ниже поверхности покрытия на проезжей части или краевой полосе более чем на 40 мм значения $K_{pc}2$ принимают как для неукреплённой обочины, независимо от типа укрепления. 2. Значения $K_{pc}2$ для обочин, укрепленных засевом трав, принимают, когда на всей ширине укреплённой полосы имеется сплошной травяной покров не более 5 см. При наличии на полосе, укреплённой засевом трав, разрушений травяного покрова, значения $K_{pc}2$ принимают как для неукреплённой обочины.

При наличии на обочине краевой укреплённой полосы и (или) укреплённых различными материалами, а также неукреплённых полос значения определяют как средневзвешенную величину для данных типов укрепления по формуле:

$$K_{pc2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i \cdot K_{pc2i}}{B_{об}},$$ где

(9.10)

b_i - ширина полосы обочины с различным типом укрепления, м;

K_{pc2i} - величина коэффициента обеспеченности расчетной скорости для данного типа укрепления полосы, принятая из предположения, что этот тип укрепления распространяется на всю ширину обочины;

$B_{об}$ - общая ширина обочины, м;

n - количество типов укреплений на обочине.

Частный коэффициент K_{pc3} определяют в зависимости от интенсивности и состава движения по формуле:

$K_{pc3} = K_{pc1} - DK_{pc}$, где (9.11)

DK_{pc} - снижение коэффициента обеспеченности расчётной скорости под влиянием интенсивности и состава движения, значение которого приведено в табл. 9.14 и 9.15.

Таблица 9.14

Значения DK_{pc}, учитывающего влияние интенсивности и состава движения, на двухполосных и трёхполосных дорогах

Интенсивность движения, тыс. авт./сут	Значения DK_{pc}									
	для двухполосных дорог при b, равном					для трёхполосных дорог при b, равном				
	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0.20
1	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-	-
2	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-	-
3	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01
4	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
5	0,13	0,11	0,09	0,07	0,06	0,07	0,05	0,03	0,03	0,01

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

6	0,17	0,15	0,10	0,08	0,07	0,08	0,05	0,04	0,03	0,01
7	0,20	0,17	0,12	0,09	0,08	0,10	0,06	0,05	0,04	0,02
8	0,23	0,18	0,15	0,10	0,09	0,11	0,07	0,06	0,04	0,02
9	0,29	0,21	0,17	0,11	0,10	0,11	0,08	0,07	0,05	0,03
10	0,32	0,25	0,19	0,12	0,11	0,12	0,09	0,07	0,05	0,03
11	-	-	0,21	0,15	0,13	0,12	0,09	0,08	0,06	0,04
12	-	-	0,23	0,17	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,04
13	-	-	0,25	0,19	0,17	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06
14	-	-	0,27	0,22	0,19	0,16	0,13	0,12	0,09	0,08
15	-	-	0,30	0,23	0,20	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10

П р и м е ч а н и е. *b* - коэффициент, учитывающий состав транспортного потока. Численно равен доле грузовых автомобилей и автобусов в потоке.

Таблица 9.15

Значения DK_{pc}, учитывающего влияние интенсивности и состава движения на автомагистралях

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Интенсивность движения тыс. авт./сут	Значения DK_{pc}														
	для 2 полос автомагистрали с 4-полосной проезжей частью при *b*, равном					для 3 полос автомагистрали с 6-полосной проезжей частью при *b*, равном					для 4 полос автомагистрали с 8-полосной проезжей частью при *b*, равном				
	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20
3	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	-	-	-	-	-
5	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	-	-	-	-	-
6	0,13	0,10	0,07	0,06	0,04	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02
7	0,14	0,11	0,07	0,06	0,05	0,11	0,08	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02
8	0,16	0,12	0,08	0,07	0,06	0,13	0,10	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02
9	0,18	0,13	0,09	0,08	0,07	0,14	0,10	0,07	0,06	0,05	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02
10	0,19	0,14	0,10	0,09	0,08	0,15	0,11	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02
11	0,20	0,14	0,11	0,10	0,09	0,16	0,12	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
12	0,21	0,15	0,12	0,11	0,10	0,18	0,13	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03
13	0,21	0,15	0,12	0,11	0,10	0,18	0,13	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

14	0,21	0,15	0,12	0,12	0,11	0,19	0,13	0,10	0,09	0,08	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04
15	0,25	0,19	0,15	0,14	0,12	0,19	0,14	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04
16	-	-	-	-	-	0,20	0,14	0,11	0,10	0,09	0,10	0,09	0,07	0,05	0,04
17-18	-	-	-	-	-	0,20	0,14	0,11	0,10	0,09	0,11	0,10	0,08	0,06	0,05
19-20	-	-	-	-	-	0,22	0,15	0,12	0,11	0,10	0,12	0,11	0,09	0,06	0,05
21-22	-	-	-	-	-	0,24	0,17	0,14	0,12	0,11	0,13	0,12	0,10	0,07	0,06
23-24	-	-	-	-	-	0,25	0,19	0,16	0,14	0,12	0,15	0,13	0,11	0,08	0,07
25-26	-	-	-	-	-	0,28	0,22	0,19	0,16	0,13	0,17	0,14	0,12	0,09	0,08
27-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	0,19	0,16	0,09	0,08

За характерный по интенсивности и составу движения принимают отрезок дороги, на котором эти показатели одинаковы и отличаются более чем на 15-20 % от показателей на смежных участках. Интенсивность и состав движения принимают по результатам наблюдений в тёплый период года.

Частный коэффициент K_{pc4} определяют по величине продольного уклона для расчётного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года и фактического расстояния видимости поверхности дороги при движении на подъём (табл. 9.16) и на спуск (табл. 9.17). При этом между точками перелома продольного профиля допускается принимать величину уклона постоянной, без учёта его смягчения на вертикальных кривых.

Таблица 9.16

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{pc4}, учитывающего влияние продольных уклонов при движении на подъём

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Продольный уклон, ‰	0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	Более 80
Значения $K_{pc}4$								
при мокром чистом покрытии	1,25	1,10	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,60
при мокром загрязнённом покрытии	1,15	1,10	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65	0,50

Таблица 9.17

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{pc}4$, учитывающего влияние продольных уклонов и видимость поверхности дороги при движении на спуск

Продольный уклон, ‰	Видимость, м	0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	Более 80
Значения $K_{pc}4$ при мокром чистом покрытии	45	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,33	0,30	0,25
	55	0,45	0,44	0,44	0,44	0,43	0,41	0,40	0,30
	75	0,54	0,52	0,51	0,51	0,50	0,47	0,45	0,40
	85	0,58	0,56	0,55	0,55	0,54	0,52	0,50	0,45
	100	0,65	0,62	0,61	0,61	0,60	0,58	0,55	0,50
	150	0,75	0,72	0,71	0,71	0,70	0,67	0,65	0,60
	200	0,85	0,83	0,81	0,81	0,80	0,77	0,75	0,70
	250	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,82	0,80	0,75

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	300	1,00	0,97	0,96	0,94	0,92	0,86	0,85	0,80
	>300	1,25	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,87	0,82
	55	0,40	0,39	0,38	0,38	0,38	0,35	0,30	0,20
	75	0,48	0,46	0,45	0,45	0,44	0,40	0,35	0,25
	85	0,52	0,50	0,48	0,47	0,47	0,44	0,40	0,30
	100	0,58	0,55	0,54	0,53	0,52	0,50	0,45	0,35
при мокром	150	0,68	0,65	0,63	0,62	0,61	0,55	0,50	0,40
загрязненном покрытии	200	0,78	0,75	0,73	0,72	0,71	0,65	0,60	0,50
	250	0,85	0,82	0,79	0,76	0,72	0,70	0,65	0,55
	300	0,93	0,89	0,85	0,84	0,83	0,80	0,70	0,60
	> 300	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70

Частный коэффициент K_{pc4} принимают для мокрого чистого покрытия на участках, где ширина Укреплённой обочины из асфальтобетона, цементобетона или из материалов, обработанных вяжущими вместе с краевой укреплённой полосой, составляет 1,5 м и более. На других участках значения K_{pc4} принимают для мокрого загрязнённого покрытия.

На каждом участке из двух значений K_{pc4} (одно для движения на подъём, другое - на спуск) выбирают меньшее и заносят в линейный график.

Частный коэффициент K_{pc5} определяют по величине радиуса кривой в плане и уклона виража по табл. 9.18 для расчётного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года, которое принимают с учётом типа и ширины укрепления обочин. В длину участка кривой в плане включают длину круговой и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

переходных кривых. Кроме того, при радиусах закругления 400 м и менее в длину участка включают зоны влияния по 50 м от начала и конца кривой. На кривых более 1500 м, а также в промежутках между смежными участками кривых в плане принимают $К_{рс5} = КП_н$.

Таблица 9.18

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $К_{рс5}$, учитывающего влияние радиуса кривых в плане и поперечного уклона виража

Поперечный уклон виража, ‰	Коэффициент обеспеченности расчётной скорости $К_{рс5}$ при радиусе кривой в плане, м, равном										
	30	60	100	150	200	300	400	600	800	1000	1500
Состояние покрытия - мокрое, чистое											
-20	0,27	0,37	0,46	0,54	0,60	0,69	0,76	0,85	0,92	0,97	1,06
0	0,28	0,38	0,47	0,55	0,62	0,71	0,78	0,89	0,96	1,01	1,11
20	0,29	0,39	0,49	0,57	0,64	0,74	0,81	0,92	1,00	1,05	1,16
30	0,29	0,40	0,49	0,58	0,65	0,75	0,83	0,94	1,02	1,08	1,18
40	0,30	0,40	0,50	0,59	0,66	0,76	0,84	0,95	1,03	1,10	1,20
50	0,30	0,41	0,51	0,60	0,67	0,77	0,85	0,97	1,05	1,12	1,23
60	0,31	0,42	0,52	0,61	0,68	0,79	0,87	1,00	1,07	1,12	1,25
Состояние покрытия - мокрое, загрязненное											

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

-20	0,23	ИХ31	0,38	0,45	0,50	0,59	0,65	0,74	0,80	0,85	0,94
0	0,24	0,32	0,40	0,47	0,53	0,62	0,68	0,78	0,85	0,90	1,00
20	0,25	0,34	0,42	0,50	0,56	0,65	0,72	0,82	0,90	0,95	1,06
30	0,25	0,34	0,43	0,51	0,57	0,66	0,73	0,84	0,92	0,98	1,09
40	0,26	0,35	0,44	0,52	0,58	0,68	0,75	0,86	0,94	1,00	1,12
50	0,26	0,36	0,45	0,53	0,59	0,69	0,77	0,88	0,96	1,03	1,14
60	0,27	0,36	0,45	0,54	0,60	0,71	0,78	0,90	1,00	1,05	1,17

П р и м е ч а н и е. Знак - соответствует обратному поперечному уклону проезжей части на кривой в плане.

Частный коэффициент K_{pc6} определяют по величине суммы неровностей покрытия проезжей части (табл. 9.19). В расчёт принимают худший из показателей ровности для различных полос на данном участке.

Таблица 9.19

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{pc6}, учитывающего продольную ровность покрытия

Ровность по толчкомеру ТХК-2, см/км	Значение K_{pc6}	Ровность по ПКРС-2, см/км	Значение K_{pc6}
до 60	1,25	до 300	1,25
70	1,15	350	1,20

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

80	1,07	400	1,12
90	0,96	500	0,98
100	0,92	600	0,84
120	0,75	700	0,72
140	0,67	800	0,65
160	0,63	900	0,59
200	0,57	1000	0,55
250	0,50	1100	0,51
300	0,43	1200	0,43
350	0,37	1400	0,33
400	0,31	1600	0,28
450	0,25	1800	0,24
Более 500	0,20	2000	0,20

Частный коэффициент K_{pc7} определяют по измеренной величине коэффициента сцепления, при расстоянии видимости поверхности дороги, равном нормативному для данной категории дороги (табл. 9.20). В расчёт принимают наиболее низкий из коэффициентов сцепления по полосам движения на данном участке.

Таблица 9.20

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{pc}7$, учитывающего влияние коэффициента сцепления колеса с покрытием

Категория дороги	Значения $K_{pc}7$ при коэффициенте сцепления дорожного покрытия j						
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
I-а	0,66	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	0,99
I-б, II	0,62	0,66	0,73	0,77	0,83	0,88	0,92
III	0,59	0,64	0,69	0,73	0,77	0,82	0,86
rv	0,53	0,56	0,60	0,64	0,68	0,71	0,74
V	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58

П р и м е ч а н и я: 1. Коэффициенты сцепления даны для скорости 60 км/ч, шины с рисунком и мокрого покрытия из цементобетона, асфальтобетона, а также из щебня и гравия, обработанных вяжущими. 2. При величинах коэффициентов сцепления более 0,50 принимают $K_{pc}7 = КП_н$.

Частный коэффициент $K_{pc}8$ определяют в зависимости от состояния покрытия и прочности дорожной одежды только на тех участках, где визуально установлено наличие трещин, колейности, просадок или проломов, а коэффициент обеспеченности расчётной скорости по ровности меньше нормативного для данной категории дороги ($K_{pc}6 < КП_н$). Величину $K_{pc}8$ определяют по формуле (9.12):

$K_{pc}8 = r_{ср} \times КП_н$, где

(9.12)

$r_{ср}$ - средневзвешенный показатель, учитывающий состояние покрытия и прочность дорожной одежды на однотипном участке:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\rho_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \rho_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^{n} l_i} = \frac{\rho_1 \cdot l_1 + \rho_2 \cdot l_2 + \ldots + \rho_n \cdot l_n}{l_1 + l_2 + \ldots + l_n},$$

где

(9.13)

r_i и l_i - соответствующие показатель и протяженность частных микроучастков i с практически одинаковым состоянием дорожной одежды;

n - количество частных микроучастков в составе однотипного участка.

Виды дефектов и их оценка в баллах и соответствующие значения показателя r_i для вычисления K_{pc8} даны в табл. 9.21.

Таблица 9.21

Значение показателя r, учитывающего состояние покрытия и прочность дорожной одежды

Вид дефекта	Оценка в баллах	Значение показателя r при типе дорожных одежд		
		усовершенствованные капитальные	усовершенствованные облегчённые	переходные
Без дефектов и поперечные одиночные трещины на расстоянии более 40 м (для переходных покрытий отсутствие дефектов)	5,0	1,0	1,0	1,0
Поперечные одиночные трещины (для переходных покрытий отдельные выбоины) на расстоянии 20-40 м между трещинами	4,8-5,0	0,95-1,0	1,0	0,9-1,0
То же, на расстоянии 10-20 м	4,5-4,8	0,90-0,95	0,95-1,0	0,80-0,90

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Поперечные редкие трещины (для переходных покрытий выбоины) на расстоянии 8-10 м	4,0-4,5	0,85-0,90	0,90-0,95	0,70-0,80
Тоже, 6-8 м	3,8-4,0 (3,0-4,0)*	0,80-0,85	0,85-0,90	0,55-0,70
То же, 4-6 м	3,5-3,8 (2,0-3,0)*	0,78-0,80	0,83-0,85	0,42-0,55
Поперечные частые трещины на расстоянии между соседними трещинами 3-4 м	3,0-3,5	0,75-0,78	0,80-0,83	-
То же, 2-3 м	2,8-3,0	0,70-0,75	0,75-0,80	-
То же, 1-2 м	2,5-2,8	0,65-0,70	0,70-0,75	-
Продольная центральная трещина	4,5	0,90	0,95	-
Продольные боковые трещины	3,5	0,90	0,85	-
Одиночная сетка трещин на площади до 10 $м^2$ с крупными ячейками (сторона ячейки более 0,5 м)	3,0	0,75	0,80	-
Одиночная сетка трещин на площади до 10 $м^2$ с мелкими	2,5	0,65	0,70	

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ячейками (сторона ячейки менее 0,5 м)				
Густая сетка трещин на площади до 10 м^2	2,0	0,60	0,65	
Сетка трещин на площади более 10 м^2 при относительной площади, занимаемой сеткой 30-10 %	2,0-2,5	0,60-0,65	0,65-0,70	-
Тоже, 60-30 %	1,8-2,0	0,55-0,60	0,60-0,65	-
То же, 90-60 %	1,5-1,8	0,50-0,55	0,55-0,60	-
Келейность при средней глубине колеи до 10 мм	5,0	1,0	1,0	1,0
Тоже, 10-20 мм	4,0-5,0	0,85-1,0	0,90-1,0	0,70-1,0
То же, 20-30 мм	3,0-4,0	0,75-0,85	0,80-0,90	0,65-0,70
Тоже, 30-40 мм	2,5-3,0	0,65-0,75	0,70-0,80	0,60-0,65
То же, 40-50 мм	2,0-2,5	0,60-0,65	0,65-0,70	0,55-0,60
То же, 50-70 мм	1,8-2,0	0,55-0,60	0,60-0,65	0,50-0,55
Тоже, более 70 мм	1,5	0,50	0,55	0,45

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Просадки (пучины) при относительной площади просадок 20-10 %	1,0-1,5	0,45-0,50	0,50-0,55	0,35-0,40
То же, 50-20 %	0,8-1,0	0,40-0,45	0,45-0,50	0,30-0,35
То же, более 50 %	0,5	0,35	0,40	0,25
Проломы дорожной одежды (вскрывшиеся пучины) при относительной площади, занимаемой проломами 10-5 %	1,0-1,5	0,45-0,50	0,50-0,55	0,35-0,40
Тоже, 30-10 %	0,8-1,0	0,40-0,45	0,45-0,50	0,30-0,35
То же, более 30 %	0,5-0,8	0,35-0,40	0,40-0,45	0,25-0,30
Одиночные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами более 20 м)	4,0-5,0	0,85-1,0	0,90-1,0	-
Отдельные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами 10-20 м)	3,0-4,0	0,75-0,85	0,80-0,90	-
Редкие выбоины в тех же случаях (расстояние 4-10 м)	2,5-3,0	0,65-0,75	0,70-0,80	-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Частые выбоины в тех же случаях (расстояние 1-4 м)	2,0-2,5	0,60-0,65	0,65-0,70	-
Карты заделанных выбоин, залитые трещины	3,0	0,75	0,80	-
Поперечные волны, сдвиги	2,0-3,0	0,60-0,75	0,65-0,80	0,42-0,55
Шелушение, выкрашивание **	-	-	-	-
Разрушение поперечных и продольных швов	-	-	-	-
Ступеньки в швах ***	-	-	-	-
Перекос плит ***	-	-	-	-
Скол углов плит ***	-	-	-	-

Примечания: *. Дорожные одежды переходного типа;

**. На прочность нежёстких одежд влияет мало;

***. Характерно для цементобетонных покрытий.

Частный коэффициент K_{pc9} определяют в зависимости от величины параметров колеи в соответствии с табл. 9.22.

Таблица 9.22

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{pc9}, учитывающего ровность в поперечном направлении

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Параметры колеи		Значения $K_{pc}9$
глубина колеи под уложенной на выпоры рейкой, мм	общая глубина колеи относительно правого выпора, мм	
£4	0	1,25
7	3	1,0
9	4	0,9
12	6	0,83
17	9	0,75
27	15	0,67
45	28	0,58
³83	³56	0,5

Частный коэффициент $K_{pc}10$ определяют на основе сведений о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) по величине коэффициента относительной аварийности. В качестве характерных по безопасности движения выделяют отрезки дороги длиной по 1 км, на которых за последние 3 года произошли ДТП. Для каждого такого участка вычисляют относительный коэффициент аварийности по формуле

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$И = \frac{ДТП \cdot 10^6}{365 \cdot N \cdot n}$$, ДТП/1 млн авт.-км, где (9.14)

ДТП - число ДТП за последние n лет (n = 3 года);

N - среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сут.

В порядке исключения при отсутствии сведений за предыдущий период допускается определять величину $И$ по данным о ДТП за последний год.

Значения $К_{рс}10$ определяют по табл. 9.23. При наличии хотя бы одного ДТП по причине неудовлетворительных дорожных условий величину $К_{рс}10$ для данного километра принимают в два раза меньше указанной в табл. 9.23. Это снижение аннулируется после выполнения работ по устранению недостатков дороги, послуживших причиной ДТП, и не учитывается, если к моменту оценки указанные работы были выполнены. На участках, где за оцениваемый период ДТП не зафиксировано, значения $К_{рс}10$ принимают равным $КП_н$.

Таблица 9.23

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $К_{рс}10$, учитывающего безопасность движения

Значения коэффициента относительной аварийности, ДТП / 1 млн авт.-км	0-0,2	0,21-0,3	0,31-0,5	0,51-0,7	0,71-0,9	0,91-1,0	1,01-1,25	1,26-1,5	> 1,5
Значение $К_{рс}10$	1,25	1,0	0,85	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2

Прирост показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги вычисляют по формуле

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\Delta КП_д = \frac{КП_д^к - КП_д^н}{КП_д^н} \cdot 100\%,$$ где

(9.15)

$КП_д^к$ и $КП_д^н$ - показатели транспортно-эксплуатационного состояния дороги на начало и конец рассматриваемого периода.

Результаты расчётов заносят в карточку оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (участка дороги), форма которой приведена в табл. 9.24.

Таблица 9.24

Карточка оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (ТЭС АД) (участка дороги)

_____

(наименование автомобильной дороги, участка)

протяжённость_____км,_____значения

(федер., территор., мест.)

категория дороги _____; тип покрытия _____

Нормативное и предельно допустимое значение комплексного показателя

$КП_н$ =_____; $КП_П$ =_____

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Дата оценки	Показатель кпд	Прирост показателя качества ±D$КП_д$	Протяжённость участков с показателем меньше нормативного		Протяжённость участков с показателем меньше предельно допустимого		Подпись ответственного за оценку качества или проверяющего
			км	доля, %	км	доля от общей длины, %	
1	2	3 1	4	5	6	1	8

Определение показателя инженерного оборудования и обустройства. Показатель инженерного оборудования и обустройства дороги ($К_{об}$) определяют по величине итогового коэффициента дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства дороги ($Д_{и.о}$). Под дефектностью соответствия понимают отсутствие, недостаточное количество или несоответствие нормативным требованиям к параметрам, конструкции и размещению элементов инженерного оборудования и обустройства дорог.

Показатель инженерного оборудования и обустройства дороги $Д_{и.о}$ вычисляют для всей дороги установленной категории или каждого участка дороги, если дорога состоит из участков разных категорий.

Итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства определяют по результатам обследования дорог по формулам:

$$Д_{и.о} = \frac{1}{8}(Д_д + Д_м),$$ где
(9.16)

$$Д_м = Д_{м1} + Д_{м2} + Д_{м3} + Д_{м4} + Д_{м5} + Д_{м6} + Д_{м7},$$
(9.17)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$Д_д$ - частный коэффициент дефектности соответствия, учитывающего количество и частоту расположения площадок отдыха и видовых площадок, функциональное влияние которых распространяется на значительную протяжённость дороги. Значение $Д_д$ вычисляют для всей дороги или для каждого участка данной категории, если дорога состоит из участков разных категорий; $Д_{м1}$ - $Д_{м7}$ - частные коэффициенты дефектности соответствия элементов инженерного оборудования, функциональное влияние которых распространяется на локальный отрезок дороги (пересечения и примыкания, въезды и переезды, автобусные остановки, ограждения, тротуары и пешеходные дорожки в населённых пунктах, дорожная разметка, освещение, дорожные знаки). Их значения вычисляют для каждого километрового участка дороги.

Частный коэффициент $Д_д$ определяют по наличию и соответствию требованиям нормативных документов (п. 10.11 СНиП 2.05.02-85) площадок отдыха, включая видовые площадки, по формуле:

$$Д_д = \frac{L - l_{нп} \cdot n_п}{8},$$ где

(9.18)

$l_{нп}$ - нормативное расстояние между площадками отдыха, км;

$n_п$ - фактическое количество площадок отдыха на данной дороге, соответствующих требованиям;

L - длина дороги или участка дороги, км.

В том случае когда фактическое количество площадок отдыха, включая видовые площадки, превышает нормативное, т.е. произведение $l_{нп} \times n_п > L$, принимают значение $Д_д = 0$.

Частный коэффициент $Д_{м1}$ определяют по соответствию требованиям п. 5.1-5.18 СНиП 2.05.02-85 параметров пересечений и примыканий автомобильных дорог в одном и разном уровнях, а также пересечений автомобильных дорог с железными дорогами по формуле:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$Д_{м1} = \frac{N - N_н}{N},$$ где

(9.19)

N - количество пересечений и примыканий, въездов и переездов на данном километре дороги;

$N_н$ - то же, соответствующих требованиям норм.

В число учитываемых при оценке не входят пересечения с улицами и въездами во дворы в населённых пунктах, а также неорганизованные съезды и переезды. При отсутствии пересечений и примыканий на данном километре дороги значение принимают $Д_{м1} = 0$.

Частный коэффициент $Д_{м2}$ определяют по соответствию требованиям п.п. 10.8 и 10.9 СНиП 2.05.02-85 параметров автобусных остановок на данном километре дороги. Вычисления проводят аналогично $Д_{м1}$ по формуле (9.19).

Частный коэффициент $Д_{м3}$ определяют по наличию и соответствию требованиям п.п. 9.3; 9.4 и 9.9 СНиП 2.05.02-85 и п.п. 5.1 и 5.2 ГОСТ 23457-86 дорожных ограждений на каждом километре дороги:

$$Д_{м1} = \frac{l_н - l_ф}{l_н},$$ где

(9.20)

$l_н$ - требуемая по нормам протяжённость ограждений в одну линию на данном километровом участке дороги, м;

$l_ф$ - фактическое протяжение ограждений в одну линию, м.

В том случае, когда фактическое протяжение ограждений больше требуемого, а также на участках, где по нормам не требуется установка ограждений, принимают величину $Д_{м3} = 0$.

Частный коэффициент $Д_{м4}$ определяют по наличию и соответствию требованиям п.п. 4.37-4.39 СНиП 2.05.02-85 и п.п. 10.23-10.24 ВСН 25-86 параметров тротуаров и пешеходных дорожек вдоль дороги в населённых пунктах. Расчёт коэффициента $Д_{м4}$ производят так же, как и коэффициента $Д_{м3}$.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Частный коэффициент $Д_{м5}$ определяют по наличию в однорядном исчислении и соответствию утверждённой схеме нанесения и требованиям ГОСТ Р 51256-99 и ГОСТ 23457-86 дорожной разметки. Расчёт коэффициента $Д_{м5}$ производят так же, как и коэффициента $Д_{м3}$.

Частный коэффициент $Д_{м6}$ определяют по соответствию требованиям п.п. 2.5-2.7 СНиП 2.05.02-85 к размещению и пригодности к работе элементов освещения в однорядном исчислении. Расчёт коэффициента $Д_{м6}$ производят так же, как и коэффициента $Д_{м3}$.

Частный коэффициент $Д_{м7}$ определяют по наличию и соответствию утверждённой схеме дислокации и требованиям ГОСТ 10807-78 и ГОСТ 23457-86 дорожных знаков, находящихся в исправном состоянии на каждом километре. При полной комплектации и рабочем состоянии всех дорожных знаков $Д_{м7} = 0$. При отклонении по количеству или требуемому состоянию до 10 % дорожных знаков принимают $Д_{м7} = 0,1$; 20 % - 0,2 и т.д.

Итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства $Д_{и.о}$ определяют для каждого километра дороги. Вначале определяют значение коэффициента дефектности площадок отдыха и видовых площадок $Д_{д}$ по формуле (9.18) и принимают его для всей дороги или участка дороги. К этому значению на каждом километре добавляют значения дефектности по локальным элементам инженерного оборудования $Д_{м}$, вычисленные по формуле (9.19) и по формуле (9.20), получают итоговое значение коэффициента дефектности инженерного оборудования и обустройства $Д_{и.о}$ на каждом километре.

Значения показателя инженерного оборудования и обустройства дороги ($К_{об}$) на каждом километре принимают в зависимости от величины $Д_{и.о}$ в соответствии с табл. 9.25 и заносят в линейный график оценки качества автомобильной дороги.

Таблица 9.25

Значения показателя инженерного оборудования и обустройства

Коэффициент дефектности соответствия $Д_{и.о}$	Значение показателя инженерного оборудования и обустройства $К_{об}$, для категорий дорог		
	I-а, I-б, II	III	IV-V
0	1,0	1,0	1,0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

0,1	0,99	0,99	1,0
0,2	0,98	0,98	0,99
0,3	0,97	0,98	0,98
0,4	0,96	0,97	0,98
0,5	0,95	0,96	0,97
0,6	0,94	0,96	0,97
0,7	0,93	0,95	0,96
0,8	0,92	0,94	0,96
0,9	0,91	0,94	0,95
1,0	0,90	0,93	0,95

Определение показателя уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги. Значение показателя уровня эксплуатационного содержания $K_э$ вычисляют на основании результатов оценки фактического уровня содержания дороги за последние 9-12 месяцев, проведённой в соответствии с «Временным руководством по оценке уровня содержания автомобильных дорог», утверждённым ФДС России 26.11.1997 г.

Результаты ежемесячной оценки фактического уровня содержания, выполняемой комиссией в соответствии с «Руководством», оформляются в виде акта проверки (приложение 7 «Руководства») и содержат оценку фактического уровня содержания на каждом участке дороги с разделением на три уровня: допустимый, средний, высокий.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В процессе диагностики необходимо получить у организации, которая содержит дорогу, или у заказчика копии заполненных и подписанных актов ежемесячной оценки фактического уровня содержания за предыдущие 9-12 месяцев.

Для последующей обработки каждому уровню содержания присваивается балл: допустимый - 3; средний - 4; высокий - 5. Вводится условно ещё один уровень содержания ниже допустимого, которому присваивается балл - 2. После этого составляется таблица исходных данных и определяется показатель среднего уровня содержания в баллах Б. Форма и пример её заполнения приведены в табл. 9.26.

Таблица 9.26

Пример определения среднего уровня фактического содержания дороги (_ название__) в баллах, Б

№ п/п	Участок дороги от км- до км-	Оценка уровня содержания в баллах за предыдущие месяцы												Б
		VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	от пункта А до пункта В	4	3	5	4	3	4	4	4	4	5	4	5	4,09
2	от пункта В до пункта С	4	3	4	4	3	3	3	-	2	4	4	4	3,45

Значения балльной оценки переводятся в значения уровня эксплуатационного содержания $K_э$ по табл. 9.27.

Таблица 9.27

Значения показателя уровня содержания

Значение оценки содержания в баллах, Б	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
Показатель уровня эксплуатационного содержания, $K_э$	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1,0	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При оценке качества проекта, а также в момент сдачи дороги в эксплуатацию после строительства, реконструкции или ремонта показатель уровня эксплуатационного содержания $К_Э$, не вычисляют, а принимают равным единице, т.е. $К_Э = 1,0$.

Сводные результаты оценки технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Общую оценку качества и состояния автомобильной дороги выполняют:

после завершения работ по диагностике для выявления степени соответствия фактического состояния дороги нормативным требованиям по потребительским свойствам и назначения мероприятий по ремонту или реконструкции дороги;

после разработки плана мероприятий по ремонту или реконструкции дороги или сети дорог для определения ожидаемого уровня транспортно-эксплуатационного состояния, сравнения его с нормативами и расчёта ожидаемой эффективности намеченных мероприятий;

ежегодно после окончания ремонтно-строительного сезона или сразу после окончания работ по ремонту или реконструкции для оценки фактического состояния и фактической динамики его изменения в результате выполненных работ, а также оценки их эффективности и составления плана дальнейших действий.

Величину обобщённого показателя качества и состояния каждой дороги (участка дороги) определяют по формуле (9.2). Степень соответствия фактически обеспеченных всей дорогой транспортно-эксплуатационных показателей или потребительских свойств ($П_д$) нормативным требованиям оценивают по относительному показателю качества дороги:

$$К_д = \frac{П_д}{КП_н}.$$

(9.21)

Дорога полностью соответствует нормативным требованиям, когда $К_д > 1$. Прирост обобщенного показателя качества дороги вычисляют по формуле

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\Delta П_д = \frac{П_д^н - П_д^к}{П_д^н} \cdot 100\%,$$ где

(9.22)

$П_д^н$ и $П_д^к$ - обобщённые показатели качества дороги на начало и конец рассматриваемого периода.

Результаты расчётов заносят в карточку оценки качества автомобильной дороги (участка дороги), форма которой приведена в табл. 9.28.

Таблица 9.28

Карточка оценки качества и состояния автомобильной дороги
(участка дороги)

_____

(наименование автомобильной дороги, участка)

протяжённость_____км,_____значения

(федер., территор., мест.)

категория дороги _____; тип покрытия _____

Нормативное и предельно допустимое значение комплексного показателя

$КП_н$ =_____; $КП_П$ =_____

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Дата оценки	Обобщённый показатель качества дороги $П_д$	Прирост показателя качества $\pm D П_д$	Протяжённость участков с показателем качества меньше нормативного		Протяжённость участков с показателем качества меньше предельно допустимого		Подпись ответственного за оценку качества или проверяющего
			км	доля,%	км	доля от общей длины, %	
1	2	3	4	5	6	7	8

На основании анализа оценки качества и состояния автомобильных дорог и дорожной сети намечают основные пути повышения транспортно-эксплуатационных свойств дорог, последовательность и очерёдность выполнения работ по реконструкции, ремонту и содержанию.

Динамика изменения показателей качества дорог во времени характеризует эффективность деятельности дорожных организаций по содержанию и ремонту дорог.

Составленный однажды линейный график обобщённого показателя ТЭС АД для каждого периода года в последующем периодически корректируют. При этом вносят изменения только на тех участках и по тем параметрам, на которых произошли какие-либо изменения в результате выполненных работ или в результате износа и разрушений под воздействием транспорта и климатических факторов.

При текущем контроле ТЭС АД сначала определяют фактическую максимальную скорость методом следования за лидером, по которой определяют ориентировочные значения

$K_{рс}^{итог}$. В случае если полученное значение выше допустимого, состояние оцененного участка признается не требующим ремонта или требующим только содержания и дальнейшему детальному обследованию не подлежит. В случае если

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

полученное значение ниже допустимого - оцененный участок дороги подлежит детальному обследованию и комплексной оценке в соответствии с настоящей Методикой с целью определения вида и очерёдности ремонтных работ.

ГЛАВА 10. Диагностика как основа оценки состояния дорог и планирования ремонтных работ

10.1. Цель и задачи диагностики автомобильных дорог. Организация работ по диагностике

Диагностика автомобильных дорог - обследование, сбор и анализ информации о параметрах, характеристиках и условиях функционирования дорог и дорожных сооружений, наличии дефектов и причин их появления, характеристиках транспортных потоков, необходимой для оценки и прогноза состояния дорог и дорожных сооружений в процессе дальнейшей эксплуатации.

Целью диагностики автомобильных дорог является получение полной и объективной информации об их состоянии для обеспечения эффективного решения задач, связанных с обеспечением и поддержанием высоких потребительских свойств эксплуатируемых автомобильных дорог, к которым относятся основные транспортно-эксплуатационные показатели, вытекающие из функционального назначения автомобильных дорог как транспортных сооружений. Оценка состояния дорог и планирование ремонтных работ по этим критериям позволяют соединить интересы дорожной отрасли и пользователей дорог.

Диагностика является основным звеном в системе управления состоянием автомобильных дорог. Базируясь на результатах диагностики автомобильных дорог, функционирует система планирования ремонтных работ и распределения денежных средств, выделяемых на дорожные работы в рамках системы управления состоянием автомобильных дорог (рис. 10.1).



Рис. 10.1. Планирование и выполнение ремонтных работ на основе результатов диагностики автомобильных дорог

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Диагностика автомобильных дорог с точки зрения объёмов и видов работ должна соответствовать заданным целям. Указанные цели определяются исходя из задач, решаемых на основе результатов диагностики. К таким задачам относятся:

планирование работ по ремонту и содержанию дорог;

паспортизация автомобильных дорог;

инвентаризация автомобильных дорог;

разработка технико-экономических обоснований по реконструкции и развитию дорожной сети с выбором приоритетных объектов;

разработка проектов ремонта и реконструкции автомобильных дорог; разработка программ повышения безопасности движения;

разработка программ обеспечения сохранности автомобильных дорог;

разработка маршрутов проезда автотранспортных средств с тяжеловесными и крупногабаритными грузами;

разработка мероприятий по временному ограничению движения автотранспортных средств;

контроль состояния дорог по условиям соответствия требованиям обеспечения безопасности движения;

надзор за качеством дорожных работ;

формирование общего статистического анализа состояния дорожной сети и прогнозов её изменения и т.д.

Процесс управления состоянием дорог можно рассматривать как ряд последовательных этапов или действий, направленных на достижение конечных целей и задач управления (рис. 10.2).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

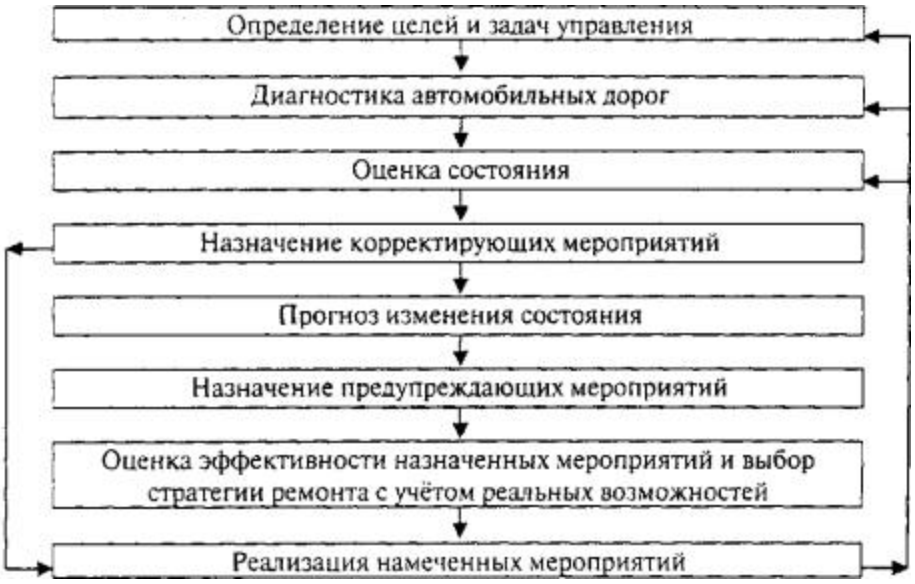


Рис. 10.2. Блок-схема управления состоянием дорог

Диагностика служит основой управления состоянием дорог, одним из важнейших его этапов. Одной из главных задач диагностики является сбор информации о дефектах состояния дороги и дорожных сооружений, о деформациях и разрушениях, их характере, размере и причинах. Следующим этапом управления является оценка транспортно-эксплуатационного состояния дороги, т.е. определение степени соответствия фактического состояния дороги предъявленным требованиям.

Задача оценки в том, чтобы сравнить фактические данные о состоянии дороги по установленному перечню параметров, характеристик и показателей с нормативными требованиями, определить расхождения между ними, оценить степень этих расхождений и роль дефектов, выявить и оценить причины возникновения расхождения и дефектов.

Диагностика и оценка состояния обычно выполняются одновременно и позволяют перейти к третьему этапу управления - планированию ремонтных работ, т.е. назначению мероприятий по устранению выявленных дефектов и расхождений между требуемым и фактическим состоянием дороги в момент обследования. Однако такое планирование малоэффективно, поскольку оно позволяет только устранить уже имеющиеся дефекты, деформации и разрушения. Более эффективным следует считать планирование мероприятий не только по устранению уже выявленных деформаций, но и по предупреждению появления деформаций там, где они могут проявиться в ближайшее время. Для этого необходим этап прогнозирования изменения состояния дороги на несколько лет вперед. Основой такого прогнозирования служат результаты диагностики и оценки состояния. По итогам прогнозирования состояния могут быть назначены

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

мероприятия по предупреждению возможных в ближайшее время деформаций и разрушений.

Следующим важнейшим этапом управления является оценка эффективности намеченных мероприятий и выбор стратегии работ по содержанию, ремонту или реконструкции дорог с учётом реальных финансовых и ресурсных возможностей. Цель этого этапа в том, чтобы из множества возможных вариантов выбрать вариант, который при ограниченных ресурсах дает наибольший эффект по достижению конечных задач, определённых на этапе формирования целей и задач управления. Последним, но очень важным этапом является реализация выбранной стратегии, т.е. выполнение намеченного объёма и очередности работ по содержанию, ремонту или реконструкции, контроль качества их выполнения.

Следующий цикл управления начинается с корректировки целей и задач управления и повторной диагностики и все повторяется в той же последовательности. Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог и дорожных сооружений производится систематически через установленные промежутки времени на протяжении всего срока службы дорог и дорожных сооружений.

Общая оценка качества и состояния автомобильных дорог производится по показателям потребительских свойств, обеспечиваемых фактическим уровнем эксплуатационного содержания, геометрическими параметрами, техническими характеристиками, инженерным оборудованием и обустройством.

Диагностику, оценку качества и состояния автомобильных дорог производят:

при сдаче дороги в эксплуатацию после строительства с целью определения начального фактического транспортно-эксплуатационного состояния и сопоставления с нормативными требованиями;

периодически в процессе эксплуатации для контроля за динамикой изменения состояния дороги, прогнозирования этого изменения и планирования работ по ремонту и содержанию;

при разработке плана мероприятий или проекта реконструкции, капитального ремонта или ремонта для определения ожидаемого транспортно-эксплуатационного состояния, сопоставления его с нормативными требованиями и оценки эффективности намеченных работ;

после выполнения работ по реконструкции, капитальному ремонту и ремонту на участках выполнения этих работ с целью определения фактического изменения транспортно-эксплуатационного состояния дорог.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

По результатам диагностики и оценки состояния дорог в процессе эксплуатации выявляют участки дорог, не отвечающие нормативным требованиям к их транспортно-эксплуатационному состоянию и, руководствуясь «Классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», определяют виды и состав основных работ и мероприятий по содержанию, ремонту и реконструкции с целью повышения их транспортно-эксплуатационного состояния до требуемого уровня.

Результаты диагностики и оценки дорог являются предпроектными материалами и информационной базой для разработки в установленном порядке проектов реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания эксплуатируемых дорог. В отдельных случаях, предусмотренных «Классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», допускается взамен проекта разработка сметной документации на ремонт и содержание дорог на основании результатов диагностики и оценки их состояния.

Полученная на основе диагностики и оценки состояния дорог информация служит для формирования и систематического обновления автоматизированного банка дорожных данных (АБДД) как на федеральном, так и на территориальном уровнях.

По объёму выполнения работ диагностику и оценку состояния дорог подразделяют на первичную и повторную. При первичной диагностике, как правило, измеряют и оценивают весь комплекс установленных параметров и характеристик состояния дороги, а также транспортного потока, а при повторной диагностике - только переменные, к которым относятся прочность дорожной одежды, продольная и поперечная ровность (глубина колеи), шероховатость и сцепные качества покрытия, характеристики транспортного потока и др. Кроме того, при повторной диагностике измеряют и оценивают те постоянные параметры и характеристики, которые были изменены в процессе ремонта или реконструкции. В необходимых случаях могут быть измерены и оценены отдельные группы или сочетания постоянных и переменных параметров и характеристик (табл. 10.1).

Таблица 10.1

№ п/п	Вид обследований	Состав работ	Область применения
1	Комплексная (первичная)	Инструментальное и визуальное обследование по всем параметрам, влияющим на	Формирование базового банка данных. Инвентаризация и первичная паспортизация

	диагностика автомобильных дорог	транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог	автомобильных дорог. Обследование вновь построенных участков. Обследование автомобильных дорог после проведения капитального ремонта и реконструкции. Все области применения, перечисленные в п. 2
2	Оперативная (повторная) диагностика автомобильных дорог	Визуальное обследование дорог с ограниченным применением измерительной техники в режиме оценки отдельных параметров, влияющих на транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог. Оперативная (повторная) диагностика производится в периоды между выполнением комплексной диагностики дорог	Частичное обновление базового банка данных. Адресное планирование дорожных работ с определением размеров инвестиций на основе составления опорных планов. Комплексная оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Разработка технико-экономических обоснований по реконструкции и развитию дорожной сети. Разработка программ повышения безопасности дорожного движения. Разработка маршрутов проезда автотранспортных средств с тяжеловесными и крупногабаритными грузами. Разработка мероприятий по временному ограничению движения автотранспортных средств. Разработка программ обеспечения сохранности автомобильных дорог. Контроль состояния дорог по условиям безопасности дорожного движения. Обновление технических паспортов автомобильных дорог. Оценка качества содержания дорог. Надзор за качеством дорожных работ. Подготовка общего статистического анализа состояния дорожной сети

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

3	Специализированная диагностика дорог	Детальные инструментальные и визуальные обследования участков автомобильных дорог по заданному числу параметров с производством изыскательских работ	Разработка проектов ремонта и реконструкции автомобильных дорог

В целях оптимизации затрат на обследование автомобильных дорог устанавливается определенная очерёдность и периодичность их проведения. Оперативная (повторная) диагностика дорог должна выполняться ежегодно на всей дорожной сети с целью своевременного выявления и устранения дефектов, влияющих на безопасность движения автотранспортных средств, для контроля качества дорожных работ, а также для ежегодного планирования дорожных работ. Комплексную (первичную) диагностику эксплуатируемых автомобильных дорог следует проводить один раз в 3-5 лет с целью формирования базового банка данных. Кроме того, комплексная (первичная) диагностика автомобильных дорог проводится с целью инвентаризации и первичной паспортизации автомобильных дорог, при приёмке вновь построенных дорог в эксплуатацию, после капитального ремонта и реконструкции автомобильных дорог.

При невозможности своевременного выполнения комплексной (первичной) диагностики автомобильных дорог в качестве альтернативного варианта можно осуществлять стратегию постепенного наращивания информационного массива банка данных. В этом случае характеристики состояния дорог, установленные по результатам оперативной диагностики, в последующем дополняются в ходе повторных обследований. Для реализации такой стратегии необходимо использовать специальные методики и программы, позволяющие обеспечить среднесрочное прогнозирование изменения показателей состояния дорог с целью обеспечения сопоставимости результатов.

Очерёдность и вид диагностики автомобильных дорог должны назначаться в зависимости от технического уровня и эксплуатационного состояния отдельных дорог, установленных на основе предварительного анализа исходных данных. В первую очередь диагностике должны подлежать дороги, имеющие приоритетное значение для регионов с высоким уровнем интенсивности движения, с высоким уровнем загрузки и аварийности, имеющие автобусные маршруты, проходящие через населённые пункты.

Специализированная диагностика автомобильных дорог выполняется на участках, намеченных к производству ремонтных работ или реконструкции, с целью уменьшения затрат на изыскательские работы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Полные первичные обследования проводят, как правило, в следующей последовательности:

рекогносцировочный осмотр дороги;

определение параметров геометрических элементов дороги;

оценка продольной ровности дорожного покрытия;

оценка поперечной ровности (келейности) дорожного покрытия;

опенка сцепных качеств дорожного покрытия;

оценка состояния покрытия и прочности дорожной конструкции;

обследование состояния инженерного оборудования и обустройства;

определение интенсивности и состава движения.

При этом отдельные виды работ могут выполняться одновременно.

Помимо измерений осуществляется сбор следующей информации: общие данные по дороге; о мостовых и водопропускных сооружениях; характеристиках инженерного обустройства и оборудования дорог; системе водоотвода; жилой застройке; лесополосах; коммуникациях; составе транспортного потока; данные о ДТП; данные о выполненных ремонтных работах; дефектах покрытия; снегозащитных сооружениях; горизонтальной и вертикальной разметке и др. Конкретные виды и объёмы работ по сбору информации о состоянии дорог устанавливаются заказчиком в техническом задании на выполнение диагностики.

Этот этап имеет большое значение для эффективности работ по диагностике, поскольку прежде всего необходимо, чтобы перечень измеряемых параметров, состав и объём получаемой информации соответствовал принятому методу оценки состояния дороги (см. гл. 8). Недостаток информации не позволит получить полную и объективную оценку состояния, что может привести к ошибкам в планировании работ по ремонту и содержанию дороги. Избыток информации приведет к излишнему расходу средств на диагностику, поскольку выполнение полевых обследований является трудоёмким процессом.

Подробный перечень основной и дополнительной информации, получаемой в процессе выполнения работ по диагностике, приводится в «Правилах диагностики и оценки состояния автомобильных дорог» [69].

Организация работ по диагностике автомобильных дорог.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Работы по диагностике и оценке состояния дорог должны выполнять специализированные организации, оснащённые соответствующими передвижными лабораториями, приборами и оборудованием.

При проведении диагностики автомобильных дорог должно использоваться стандартное, унифицированное, метрологически аттестованное оборудование. Перед проведением обследований должна выполняться калибровка измерительных приборов.

Диагностика состояния автомобильных дорог включает четыре основных этапа, которые выполняются, как правило, последовательно:

подготовительные работы;

полевые обследования;

камеральная обработка полученной информации;

формирование (обновление) АБДД.

Для ускорения работ допускается совмещение отдельных этапов (подготовительные работы и полевые обследования, полевые обследования и обработка полученной информации и т.д.).

Подготовительные работы включают подготовку передвижных лабораторий, приборов и оборудования, комплектование бригад, заготовку соответствующих форм, журналов и таблиц, сбор необходимой информации из технических паспортов на обследуемые дороги, анализ проектной и исполнительской документации, а также материалов предыдущих обследований и информации, содержащейся в АБДД.

Подлежащие обследованию дороги предварительно разбивают на характерные участки с разной шириной проезжей части и числом полос движения, конструкциями дорожной одежды и земляного полотна, интенсивностью и составом движения автомобилей. Фиксируют данные о пикетажном местоположении границ соответствующих участков дорог.

На основе анализа исполнительской документации на построенные, отремонтированные и реконструированные участки дорог устанавливают адреса и протяженность этих участков. При этом границы для проведения полевых обследований принимают с перекрытием и совмещают с постоянными легко опознаваемыми точками на дороге.

По данным учёта движения, имеющимся в дорожных организациях или в АБДД за последние 3 года, устанавливают интенсивность и состав движения на каждом

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

характерном участке дороги. Намечают места контрольного учёта движения. Составляют схему обследуемых автомобильных дорог. Оценивают объемы дорожно-полевых работ. Определяют базовые места дислокации лабораторий и бригад на время производства полевых работ, устанавливают последовательность и сроки проведения обследований как по видам работ, так и по участкам с учетом календарного плана работ, содержащегося в контракте (договоре) на проведение диагностики дорог. Согласовывают работы с органами ГИБДД и органами управления автомобильными дорогами.

Полевые обследования включают осмотр и визуальную оценку отдельных элементов дорог и дорожных сооружений, а также инструментальные измерения параметров и транспортно-эксплуатационных характеристик в установленном порядке.

При подготовке бригад для проведения полевых обследований автомобильных дорог необходимо:

назначить руководителя бригады, ответственного за качество выполнения работ, сроки выполнения работ, безопасность проведения работ, взаимодействие с органами управления дорожным хозяйством;

провести инструктаж членов бригады по технике безопасности при проведении обследований автомобильных дорог;

составить план проведения работ;

согласовать свои действия с органами ГИБДД и органами управления дорожным хозяйством.

Полевые обследования проводят в тёплый период года, как правило, комбинированным способом: визуальный осмотр с простейшими измерениями и детальное обследование с применением передвижных специализированных лабораторий. Полевые обследования проводят в соответствии с указаниями и методиками измерения основных параметров дорог, приведёнными в соответствующих нормативных документах. В процессе полевых обследований определяют и уточняют:

длину дороги и её характерных участков, длины прямых и кривых в плане, радиусы кривых в плане, углы поворота трассы, наличие на кривых в плане виражей и их уклоны;

продольные уклоны и видимость поверхности дороги;

высоту насыпей, тип местности по увлажнению;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ширину проезжей части, краевых укрепительных полос, обочин, в том числе ширину укреплённой поверхности и неукреплённой части обочин, ширину полос загрязнения у кромок проезжей части;

тип и состояние дорожной одежды и покрытия на проезжей части, на краевых полосах и обочинах;

показатель продольной и поперечной ровности и коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием;

дефектность покрытия на всем протяжении дороги;

прочность дорожной конструкции на участках с неудовлетворительной ровностью и на участках, где визуально установлено наличие характерных дефектов (сетка трещин, ямочность, глубокая колея и т.д.);

интенсивность и состав движения;

фактические габариты и длину мостов;

местоположение и степень соответствия требованиям нормативных документов площадок отдыха, а также пересечений с автомобильными и железными дорогами, автобусных остановок, ограждений, направляющих и сигнальных устройств, элементов искусственного освещения, тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек.

Работы по обследованию автомобильных дорог относятся к категории опасных. Все лица, участвующие в этой работе, должны строго и неукоснительно соблюдать действующие Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании дорог, а также другие ведомственные правила и инструкции. При выполнении работ по обследованию непосредственно на дороге должны соблюдаться требования Инструкции по организации движения и ограждению мест производства работ. В случае использования новых приемов труда и передвижных лабораторий, для которых требования техники безопасности не предусмотрены, следует соблюдать требования специально разработанных для таких случаев инструкций и указаний.

Оценку прочности дорожных конструкций, ровности и дефектов дорожного покрытия предпочтительней выполнять весной. При значительном протяжении обследуемых участков обследования следует начинать с южного или западного конца дороги. В местах, подверженных интенсивному солнечному облучению, испытания следует проводить раньше, чем в затенённых местах. Диагностику участков, намеченных к ремонту, предпочтительней выполнять осенью.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В начале полевых обследований проводят рекогносцировочный осмотр дороги, в процессе которого уточняют:

местоположение начала и конца характерных участков дороги, основных населенных пунктов, мостов и путепроводов, пересечений с крупными водными преградами, железными дорогами и т.п.;

местоположение участков дороги, для которых отсутствует исходная информация в технической документации;

места проведения детального инструментального обследования транспортно-эксплуатационных характеристик.

В целях определения или уточнения фактической протяжённости автомобильных дорог, а также адресов начала и конца дорог назначаются ответственные представители от органов управления дорожным хозяйством, которые должны работать совместно с организациями, проводящими диагностику. Они также совместно должны проводить осмотры участков дорог, в том числе состояния покрытия, после эксплуатации в зимний период. На основе совместного осмотра составляется акт с предложениями о внесении изменений в программу ремонта на текущий год с выбором приоритетных (после выхода из зимы) адресов и видов работ.

При диагностике, так же как инвентаризации и паспортизации дорог, особое внимание уделяется выявлению и закреплению точек начала и конца дорог. Они закрепляются реперами. Составляются ведомость и паспорта на реперы. Их вид и место расположения должны быть сфотографированы. На лицевой стороне красным фломастером указывается элемент, принятый за репер. На обратной стороне дается название автомобильной дороги и описание элемента, принятого за репер. К реперу привязывается ближайший километровый знак, т.е. указывается расстояние до него. На отдельном листе формата А4 вычерчивается схема привязки, на которой дается взаимное расположение репера, дороги и ближайшего километрового знака.

10.2. Измерение параметров геометрических элементов дорог

Измерение параметров геометрических элементов автомобильных дорог производят при первичных обследованиях, уточнении паспортных данных до и после производства ремонтных работ, а также при определении эксплуатационного состояния и технического уровня дорог.

В процессе полевых измерений восстанавливают ось дороги, определяют параметры ширины проезжей части и обочин, величины продольных и поперечных уклонов, радиусы кривых в плане и продольном профиле, видимость в плане и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

продольном профиле, высоту насыпей и глубину выемок, заложение откосов и другие параметры.

При проведении полевых измерений применяются геодезические приборы и инструменты, позволяющие определять параметры геометрических элементов с требуемой точностью: нивелиры, теодолиты, тахеометры, дальномеры и дальномерные насадки, геодезические рейки, землемерные ленты и рулетки, вешки и другие приборы и оборудование. Места проведения измерений в целях обеспечения безопасности ограждают переносными ограждениями и предупреждающими знаками.

При восстановлении трассы работы начинают с определения положения оси проезжей части на прямых участках дороги и установления положения вершин углов поворота. Положение оси определяют несколькими промерами ширины земляного полотна и проезжей части с фиксацией осевых точек дороги вехами. Вехи, выставленные таким образом, выравнивают по теодолиту в створ.

Промер линии производят в соответствии с правилами по технике безопасности по бровке земляного полотна. В случае значительного разрушения бровки, а также при большой извилистости существующей дороги и частом чередовании закруглений малых радиусов - по оси проезжей части.

Пикетные точки и сторожки забивают на правой бровке дороги, считая по направлению хода пикетажа. На сторожках и в пикетажном журнале с точностью до 0,1 м указывают расстояние от точки, установленной на бровке, до оси для того, чтобы все последующие виды изыскательских работ могли быть привязаны к пикетажу трассы по оси.

Положение трассы фиксируют:

а) на дорогах с усовершенствованными покрытиями - краской;

б) на дорогах с переходными типами покрытий - штырями или трубками, забиваемыми вровень с поверхностью покрытия;

в) на дорогах с низшими типами покрытий - деревянными колышками;

г) на горных дорогах - краской на скальных обнажениях и отдельно расположенных крупных камнях.

Начало и конец трассы, как и весь промер линии, увязывают с существующими знаками километража. Все пикеты, кратные десяти, совмещают с положением существующих километровых знаков на дороге. Промер линии и ведение пикетажного журнала производят в соответствии с «Наставлением пикетажисту при изысканиях автомобильных дорог».

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ширину проезжей части, ширину левой и правой краевых укреплённых полос, укреплённых и неукреплённых обочин (а на дорогах I категории и ширину разделительной полосы) измеряют на каждом характерном участке дороги, но не реже, чем одно измерение на 1 км. К характерным относят:

прямые участки в плане с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос - участки дороги с одинаковой шириной проезжей части;

участки кривых в плане с радиусами кривых 200 м и более;

участки кривых в плане с радиусами кривых менее 200 м;

участки сужений проезжей части над трубами, в местах установки ограждений, парапетов, направляющих столбиков с шагом установки менее 10 м;

участки с продольными уклонами до 20 ‰ и более 20 ‰.

На участках подъёмов и спусков с дополнительными полосами движения ширина проезжей части измеряется в створах начала и конца дополнительной полосы полной ширины и в любом створе на уклоне.

На подъездах к мостам (ж/д переездам) проводятся два измерения ширины проезжей части: в створе до начала отгона ширины проезжей части на сужение либо уширение (если таковое имеется) и в створе начала моста (ж/д переезда). В случае отсутствия изменения ширины проезжей части на подходах к мосту измерение ширины проезжей части на подходах может не производиться.

В пределах населённых пунктов сельского и городского типа (городах) ширина проезжей части измеряется в начале и конце застройки (на подходах - в местах уширения или сужения проезжей части), в любом характерном створе дороги, расположенном в пределах рассматриваемого участка, а также в местах изменения ее ширины (если таковое имеется), отслеживаемых визуально. На месте измерения разбивают поперечник, местоположение которого заносят в пикетажный журнал. Измерения с точностью до 0,1 м производят стальной лентой, рулеткой или курвиметром, который представляет собой колесо, установленное на вилке с ручкой и соединенное зубчатой передачей со счётчиком. До начала измерений с поверхности проезжей части, краевых укреплённых полос и укреплённых обочин очищают пыль и грязь, чтобы были четко видны границы укрепления.

В тех случаях когда из-за одинакового покрытия визуально невозможно выделить границу проезжей части и краевой укрепленной полосы или укреплённой обочины, их размеры уточняют по данным проектной и исполнительной документации.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ширину основной укреплённой поверхности, необходимую для определения показателя ее влияния на обеспеченность расчётной скорости, определяют как сумму ширины проезжей части и краевых укреплённых полос. Одновременно с измерением ширины проезжей части, краевых укреплённых полос и обочин в журнал измерений заносят данные о числе полос движения, типе и состоянии покрытия и поверхности обочины, а также о наличии разметки.

Следует различать число полос движения, устанавливаемое по:

официальным данным дорожных организаций;

фактической разметке проезжей части (при ее наличии);

фактической ширине проезжей части.

Число полос движения по официальным данным дорожных организаций устанавливается по паспорту дороги при сборе исходной информации. Число полос движения по фактической разметке проезжей части устанавливается при визуальном обследовании покрытия проезжей части. Число полос движения по фактической ширине проезжей части устанавливается расчётным способом путём деления измеренной ширины проезжей части на:

3,75 для дорог I-II категории;

3,5 для дорог III категории;

3,0 для дорог IV-V категории.

Количество полос движения принимают равным округлённому до целого числа результату деления. Округление выполняется в сторону меньшего значения в случае, если дробная часть числа равна или меньше: 0,7 для дорог I-II категории, 0,85 для дорог III категории и 0,95 для дорог IV-V категории.

Величину продольных уклонов измеряют на всём протяжении дороги, радиусы кривых в плане измеряют на каждой кривой, видимость в плане и продольном профиле измеряют на каждом участке с ограниченной видимостью (видимость менее 500 м).

Для определения геометрических параметров автомобильных дорог применяют специализированные передвижные лаборатории, оборудованные соответствующей измерительной аппаратурой (например, гироскопическими установками).

Наибольшее распространение получили передвижные лаборатории - КП-514МП и КП-514МПГ, выпускаемые Саратовским научно-производственным центром ГП "Росдортех" (рис. 10.3). Эти лаборатории оснащены гироскопическими датчиками,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

динамометрическим прицепом ПКРС для измерения ровности и коэффициента сцепления, геодезическими и другими инструментами, позволяющими измерить продольный и поперечный уклоны, утлы поворота и радиусы кривых в плане, расстояние видимости, пройденный путь, высотные отметки, ровность и сцепные качества покрытий.



Рис. 10.3. Комплексная передвижная лаборатория диагностики дорог КП-514МП

При измерении радиусов кривых в плане траектория движения автомобиля должна соответствовать кривизне автомобильной дороги. Для этого в процессе проезда кривой измерительная установка должна двигаться строго параллельно оси проезжей части. При измерении радиусов кривых на автомобильных дорогах с многополосной проезжей частью передвижная лаборатория должна двигаться по внутренней полосе проезжей части (по полосе с наименьшим радиусом) как в прямом, так и в обратном направлении. При этом точность определения параметров должна быть для угла поворота трассы не менее 1°, для продольного и поперечного уклона проезжей части - 5 ‰, для пройденного пути - 0,2 %.

При отсутствии передвижной лаборатории геометрические параметры дорог определяют с помощью измерений геодезическими приборами.

Радиусы существующих кривых в плане определяют по таблицам для разбивки кривых. Для кривых малого радиуса - по измеренным углам поворота трассы, биссектрисам и тангенсам, а для кривых больших радиусов или при недоступности вершины угла поворота - по нескольким измеренным хордам и стрелкам.

При определении радиуса кривой по методу тангенсов находят и маркируют точки начала и конца кривой. На пересечении тангенсов находят вершину угла

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

поворота. С помощью теодолита и рулетки измеряют угол поворота трассы, тангенсы и биссектрису.

При определении радиуса кривой по методу хорд измерение производят в несколько приемов с помощью длинной мерной ленты или рулетки. Между точками внешней стороны кривой откладывают хорду, например 50 м. Из середины хорды до пересечения с кривой восстанавливается перпендикуляр. Точка пересечения перпендикуляра с кривой служит началом следующей хорды. В несколько приемов измеряют всю кривую. Для круговых кривых все измеренные стрелки равны между собой.

Радиусы кривых в плане вычисляют по измеренным тангенсам, биссектрисе, углам поворота трассы, хордам и стрелкам, используя известные формулы. (Мытько Л.Р. Оценка транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог. - Минск.: «ВУЗ - ЮНИТИ», 2001. - 200с.) В журнале измерения радиусов кривых в плане указывают наличие виража и величину поперечного уклона, который определяют нивелированием или угломерной линейкой.

При определении продольных уклонов существующих дорог производят продольное нивелирование, по результатам которого вычерчивают продольный профиль измеренного участка и вычисляют величины продольных уклонов.

Измерение расстояния геометрической видимости поверхности дороги выполняют с помощью дальномера. Порядок проведения измерений и обработки результатов изложен в паспорте на данный прибор. Видимость поверхности дороги может быть измерена также мерной лентой (рис. 10.4).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

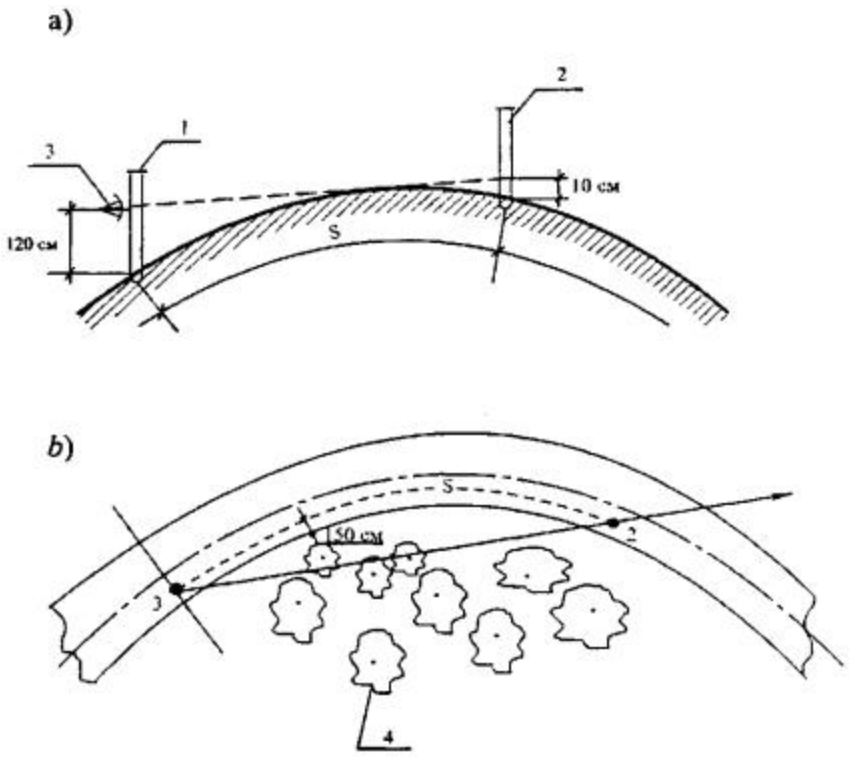


Рис. 10.4. Схема измерения видимости:
а - в продольном профиле; б - в плане;
1, 2 - вешки; 3 - глаз наблюдателя; 4 - помехи для видимости; S - расстояние видимости

Высоту насыпей, глубину выемок и крутизну откосов измеряют на каждом характерном участке. Для измерения параметров геометрических элементов дорог применяют различные геодезические приборы и инструменты, передвижные лаборатории, а также методы аэрофотосъёмки и наземной стереофотограмметрической съёмки. Из простейших приспособлений для определения уклонов обочин и откосов земляного полотна, а также продольных и поперечных уклонов дорожных покрытий используют угломерную линейку (типа КП-135) или другие подобные инструменты.

10.3. Измерение прочности дорожных одежд

Общие положения. Оценка прочности дорожных одежд предназначена для установления соответствия их фактической прочности условиям современного или перспективного движения. Современные методы оценки прочности разработаны в основном для наиболее распространенных в дорожной практике нежестких одежд, которые рассчитаны по трем критериям: допустимому упругому прогибу, по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев, по сопротивлению монолитных слоев усталостному разрушению при изгибе [72]. Из этих расчётных показателей в полевых условиях

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

реально измерить можно только упругий прогиб с последующим вычислением фактического модуля упругости дорожной одежды $E_ф$:

$$E_ф = \frac{P \cdot D}{l}(1-\mu^2), \text{МПа},$$ где

(10.1)

P - среднее удельное давление, развиваемое нормативной нагрузкой, Па (для всех групп нормативных нагрузок P = 0,60 МПа);

D - диаметр круга, равновеликого отпечатку колеса под нормативной нагрузкой, для нагрузки группы A_1, развивающей усилие 100 кН на ось, величина D = 0,37 (0,33) м, для группы A_2 с усилием 110 кН - D = 0,39 (0,34) м, для группы A_3 с усилием 130 кН - D = 0,42 (0,37) м (в скобках указаны значения D для стоящего автомобиля, без скобок - для движущегося);

l - упругий прогиб дорожной одежды под нормативной нагрузкой, м;

m - коэффициент Пуассона, принимаемый для дорожных одежд равным 0,3.

Прочность жёстких дорожных одежд, так же как и одежд переходного типа, не оценивают. Их состояние определяют на основе детального визуального обследования с фиксацией имеющихся дефектов. В случае необходимости оценку прочности жёстких дорожных одежд допускается осуществлять путём сопоставления фактических толщин жёстких слоев с толщинами, устанавливаемыми по действующим нормативным документам [37].

Классификация методов измерения показателей прочности. Методы измерения прочности дорожных одежд можно классифицировать по ряду признаков. По **условиям измерения** прочности различают **дискретные методы** с записью прогиба в отдельных точках и **непрерывные** методы с записью прогибов при движении лаборатории в непрерывном режиме через короткие расстояния, например, 3-6 м.

По характеру приложения испытательной нагрузки к дорожной одежде различают:

методы статического нагружения колесом автомобиля с измерением прогибов дорожной одежды;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

методы кратковременного нагружения или испытания колесом движущегося автомобиля с приложением нагрузки в течение более 0,2 с и измерением кратковременного прогиба;

динамические методы испытания - методы приложения динамической нагрузки в течение менее 0,2 с, ударной или вибрационной нагрузки с измерением динамического прогиба, амплитуды колебаний, виброкорреляционной или других косвенных показателей прочности дорожной одежды.

Методы и установки статического нагружения по характеру передачи нагрузки на поверхность дорожной одежды делятся на две группы: с нагружением через жёсткий штамп и с нагружением колесом автомобиля.

При статическом нагружении жестким штампом нагрузка, соответствующая нормативной на одно колесо (половина нагрузки на ось) и более, передаётся дорожной одежде через круглый жёсткий, обычно металлический, штамп, равновеликий отпечатку колеса автомобиля. Оборудование для испытаний монтируется на шасси грузового автомобиля или на передвижной лаборатории. Усилие развивается обычно гидравлической системой. Данный метод испытаний малопроизводителен и дорог. Его применяют, главным образом, в исследовательских целях, поскольку при этом обеспечивается возможность изучить процесс деформирования дорожной одежды при различных нагрузках и различной длительности нагружения, а также для послойного определения прочностных показателей. Для измерения вертикальных перемещений дорожной одежды используются датчики, смонтированные на балке, опирающейся на поверхность дорожной одежды за пределами чаши ее прогиба.

При статическом нагружении колесом грузового автомобиля нормативная нагрузка передается непосредственно через его колесо, а прогиб измеряют рычажным прогибомером.

Первым типом прогибомера является балка Бенкельмана длиной 2,4 м с соотношением грузового плеча к измерительному 0,8:1,6 м, т.е. 1:2. Более совершенным является длиннобазовый прогибомер МАДИ-Гипродорнии длиной 3,75 м с соотношением плеч 1,25:2,5, который выпускается в России под маркой КП-204 (рис. 10.5). В качестве нагрузки в этом методе используют грузовой автомобиль с осевой нагрузкой 100 кН или 60 кН.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

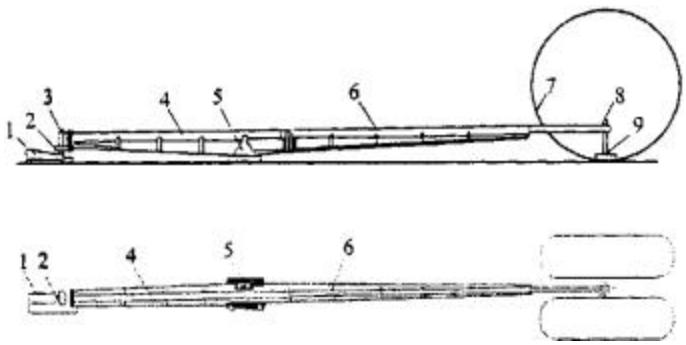


Рис. 10.5. Схема длиннобазового рычажного прогибомера МАДИ-Гипродорнии (КП-204):
1 - клиновидная опорная прокладка; 2 - кронштейн; 3 - индикатор; 4 - измерительное плечо рычага; 5 - опорная часть; 6 - грузовое плечо рычага; 7 - колесо автомобиля; 8 - измерительный штырь; 9 - подпятник

Прогиб покрытия измеряют на полосе наката проезжей части по центру между скатами спаренного колеса автомобиля через каждые 200-250 м. В каждом месте выполняют 2-3 измерения через 5-10 м. Для этого устанавливают прогибомер так, чтобы щуп с подпятником разместился строго между скатами сдвоенного колеса гружёного автомобиля точно под центром задней оси (рис. 10.6). Затем устанавливают клиновидную опорную подкладку на покрытие так, чтобы ее наклонная поверхность вошла в контакт с концом измерительного стержня индикатора. Выдерживают автомобиль на точке измерения до тех пор, пока отсчёт по индикатору l_0 не будет изменяться за 10 с более чем на 0,005 мм, и записывают его в журчал измерений. После этого автомобиль отъезжает вперед на расстояние не менее 5 м. Дождавшись, пока отсчет по индикатору (l) после съезда автомобиля с точки измерения в течение 10 с не будет изменяться более чем на 0,005 мм, записывают его в журнал. Удвоенная разность отсчетов по индикатору до и после съезда автомобиля соответствует упругому прогибу дорожной одежды в данной точке:

$$l_y = 2\times(l - l_0), \text{ мм.} \qquad (10.2)$$

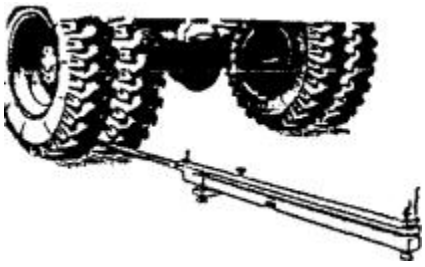


Рис. 10.6. Измерение прогиба дорожной одежды прогибомером

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Разность между последним отсчётом по индикатору при нагруженной поверхности покрытия и начальным показанием индикатора представляет собой полную деформацию. Разность между последним показанием при разгруженной поверхности покрытия и начальным показанием характеризует остаточную деформацию. Зная полную и остаточную деформации, вычисляют величину упругого прогиба, а затем по формуле (10.1) вычисляют общий модуль упругости одежды.

Этот способ испытаний широко распространён в России и за рубежом. Его достоинством является простота применяемого оборудования. При проведении испытаний в 20 точках на одном километре, что обеспечивает обычно необходимую достоверность результатов, на один километр затрачивается в зависимости от погодных условий 1-1,5 часа. Рассмотренный метод испытаний не обеспечивает полного соответствия результатов испытаний воздействию реального движущегося автомобиля, поскольку продолжительность нагружения значительно превышает фактическую.

Метод кратковременного нагружения реализован при измерении под колесом движущегося автомобиля. Для этой цели применяют специальные автомобили-лаборатории, выпускаемые в ряде стран. Наиболее широкое применение имеет дефлектограф, выпускаемый французской фирмой МАП (Lacroix-LPC Deflectographs).

Прогиб и радиус кривизны дорожной одежды на каждой из двух колей измеряется шагающим устройством через каждый оборот колеса автомобиля, движущегося в среднем со скоростью до 4-5 км/ч (рис. 10.7).

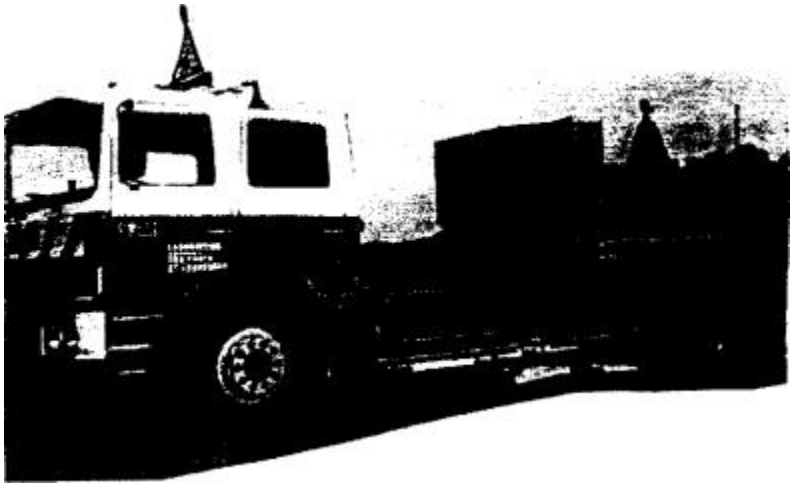


Рис. 10.7. Модифицированный дефлектограф Flash

Для измерения приборов применяется реперная балка, на один конец которой наезжают задние колеса автомобиля. В этот момент измеряется максимальный

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

прогиб, а реперная балка быстро перемешается вперед и снова укладывается на покрытие.

В настоящее время выпускается модифицированный дефлектограф Flash, который двигается в процессе измерения со скоростью 7 км/ч. Следует отметить, что такая скорость движения не обеспечивает полного соответствия условий нагружения воздействию реальных движущихся автомобилей и частота измерений существенно превышает необходимую. Достоинством подобных установок для испытаний является их большая производительность и высокий уровень автоматизации обработки результатов испытаний.

Динамические методы испытаний находят все большее применение в настоящее время. В разных странах имеется большое количество установок динамического испытания различных конструкций. Однако физическая сущность метода испытаний, используемая в этих конструкциях, во многом одинакова.

Она состоит в том, что испытательная нагрузка прикладывается к покрытию мгновенно в виде падающего груза, циклической или вибрационной нагрузки. Нагрузка на покрытие передается через жёсткий или гибкий штамп. В установках динамического нагружения (УДН) груз сбрасывается с определенной высоты на амортизационное устройство из жесткой пружины или колеса. При этом создается кратковременное (0,2-0,4 с) динамическое нагружение, близкое к нагрузке от движущегося автомобиля. Схема и принцип действия установки динамического нагружения падающим грузом УДН-НК, разработанной в МАДИ проф. Ю.М. Яковлевым, показаны на рис. 10.8. Груз 2, сбрасываемый по направляющей 1 на амортизирующее устройство 5, создает кратковременное усиление, которое через штамп 4 действует на испытываемую дорожную одежду. Подъем груза и штампа осуществляют механической лебёдкой. Для измерения упругой деформации одежды применяют вибрографы 3, записывающие испытания на специальную ленту, или датчики перемещения с фиксацией деформации на магнитной ленте. В модели УДН-НК груз сбрасывают не на жёсткий штамп с пружиной, а на спаренное колесо, играющее роль одновременно и амортизатора.

Установка динамического нагружения УДН-НК с гибким штампом принята за основу передвижной лаборатории для определения прочности нежёстких дорожных одежд КП-502 МП, разработанной МАДИ (рис. 10.9).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

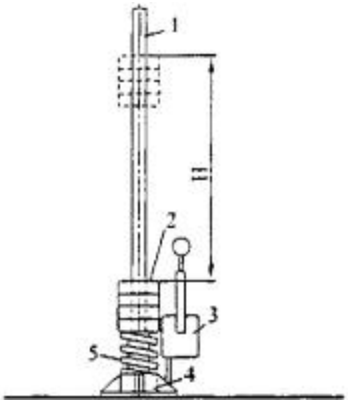


Рис. 10.8. Принципиальная схема установки динамического нагружения (УДН):
1 - направляющая штанга; 2 - падающий груз; 3 - виброграф; 4 - штамп; 5 - пружина

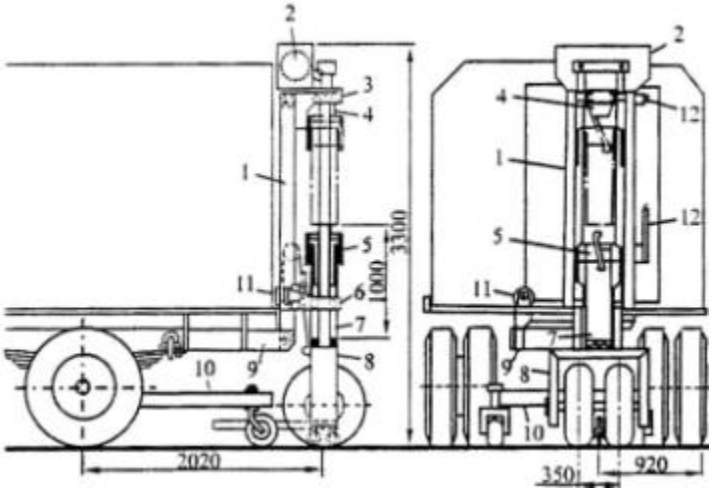


Рис. 10.9. Установка для динамического нагружения (навесная УДН-НК):
1 - несущая рама; 2 - электроталь; 3 - верхний кронштейн; 4 - ограничитель подъёма; 5 - зацепное устройство; 6 - нижний кронштейн; 7- испытательный груз; 8 - штамп; 9 - опорная рама; 10 - измерительная тележка; 11 - лебёдка для подъёма штампа; 12 - прибор управления электроталью

Динамическое усилие, близкое к нормативному, создаётся сбрасыванием груза. Роль амортизатора и гибкого штампа, соответствующего колесу с расчётной осевой нагрузкой, играют спаренные колёса, развивающие удельное давление, равное или достаточно близкое к давлению от автомобильного колеса. Испытательное оборудование монтируют на грузовом автомобиле - лаборатории. Эти установки находят применение в России. Они обеспечивают самое близкое соответствие условий испытания реальному воздействию колеса движущегося автомобиля, полную автоматизацию процесса испытаний и обработки результатов, высокую производительность (40 и более точек в час).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

С применением жёсткого штампа в России разработана установка динамического нагружения ДИНА-3М, которая выпускается серийно. Установка размещена на прицепе к автомобилю (рис. 10.10), в салоне которого размещена регистрирующая аппаратура и бортовой компьютер для автоматической обработки результатов измерений.



Рис. 10.10. Прицепная установка ДИНА-3М для измерения прочностных показателей дорожной одежды

Динамическое усилие, соответствующее нормативной нагрузке, создается путем сбрасывания груза на амортизаторы, передающие это усилие круглому жесткому штампу диаметром, равным его величине, для нормативной нагрузки. Жесткость амортизаторов подбирают таким образом, чтобы создать усилие и его длительность, близкие к их величине, создаваемой движущимся автомобилем с расчётной осевой нагрузкой.

Работа установки достаточно высокоавтоматизирована, но на каждой точке необходима остановка. Производительность таких установок до 20 точек в час. Недостатком является неполное соответствие воздействию от жёсткого штампа действию автомобильного колеса.

По типу жёсткого штампа с динамическим нагружением работает установка FWD 8000 (Falling Weght Deflectometer) производства фирмы Dynatest (рис. 10.11).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru



Рис. 10.11. Установка динамического нагружения FWD 8000

Установка позволяет измерять прогиб дорожной одежды в намеченных точках. При этом испытательная нагрузка может менять свои значения от 7 до 120 мН. Время одного измерения около 2 мин.

По результатам измерения оценивают модуль упругости дорожной одежды, остаточную работоспособность, необходимость усиления и т.д. Аналогичные установки выпускаются во многих странах мира.

Между результатами испытаний одежды разными методами имеется корреляционная связь, которая зависит от конструкции дорожной одежды, температуры воздуха, влажности и типа грунта. В общем виде эта связь может быть выражена формулой

$l_{cm} = a \times l_d + b$, мм,
где (10.3)

l_{cm} - обратимый прогиб при статическом нагружении;

l_d - то же, при динамическом нагружении.

Величина a может изменяться от 1,1 до 1,25, b - от 0,15 до 0,2 мм.

Порядок измерения прочности дорожных одежд. Инструментальные измерения прочности дорожных одежд производят на тех участках, где ровность покрытия не отвечает нормативным требованиям, имеется большое количество деформаций и разрушений, свидетельствующих о недостаточной прочности дорожной одежды. Полевые работы и обработку полученных результатов выполняют в соответствии с ОДН 218.1.052-2002 «Оценка прочности нежёстких дорожных одежд» [107].

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В процессе визуальной оценки состояния покрытия выделяют однотипные участки длиной 100-1000 м, границы которых назначают по однотипным или близким дефектам. Расстояния устанавливают по спидометру автомобиля или датчику пройденного пути. Внутри каждого участка назначают частные участки с практически одинаковым состоянием дорожной одежды.

При проведении оценки прочности могут использоваться различные варианты полевых испытаний дорожных одежд нагрузкой:

только в расчётный период;

только в нерасчётные периоды года;

непрерывные - в расчётный и нерасчётный периоды года;

комбинированный метод, когда линейные испытания проводят в нерасчётные периоды года, а контрольные испытания - непрерывно в течение всего периода испытаний.

Вариант испытаний выбирают по технико-экономическим соображениям в зависимости от задач обследования, наличия оборудования, объёмов и сроков выполнения работ.

Испытания в расчётный период при значительном протяжении обследуемого участка (более 20 км) необходимо начинать с южного или западного его конца. В местах, подверженных интенсивному солнечному освещению, испытания рекомендуется проводить раньше, чем в затенённых местах (глубокие выемки, участки, проходящие в лесу, и др.).

Измерения прочности начинают с испытания дорожных конструкции на контрольных точках. На каждом характерном участке выбирают одну контрольную точку в таком месте на покрытии, где состояние его по видам дефектов является характерным для данного участка. Если в пределах характерного участка развито несколько видов дефектов, занимающих примерно одинаковые площади, то контрольную точку надо располагать в пределах минимальных высот насыпи на участке или в зоне распространения дефекта, соответствующего худшему состоянию покрытия. Контрольные точки следует располагать на ближайшей кромке покрытия полосе наката.

Местоположение контрольной точки должно быть уточнено в ходе проведения линейных испытаний после статистической обработки полученных результатов, когда прогиб на данной контрольной точке отличается более чем на 10 % от прогиба, соответствующего допускаемому проценту деформированной поверхности покрытия на обследуемом характерном участке. Место расположения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

контрольной точки должно быть отмечено на покрытии яркой водостойкой краской в виде прямоугольника размером 10´20 см, вытянутого в продольном направлении.

Контрольные испытания в расчётные (весенние) периоды года должны быть начаты за 7-10 дней до обычного срока интенсивного оттаивания земляного полотна и продолжены в течение всего периода наибольшего ослабления дорожной конструкции. Ориентировочно продолжительность расчетного периода в сутках (T_p) в районах с сезонным промерзанием грунта земляного полотна (II-III ДКЗ) определяют по формуле

$$T_p = \frac{h}{a},$$ где
(10.4)

h - глубина промерзания грунта земляного полотна, см;

a - среднесуточная скорость оттаивания, равная 1-3 см/сут, рассчитываемая по скорости опускания нулевой изотермы, приведённой в климатических справочниках.

На каждой контрольной точке испытание проводят через день с 14.00 до 17.00. В процессе испытаний на контрольных точках следует строго следить за установкой колеса автомобиля в пределах прямоугольника, отмеченного краской на покрытии. Общий период испытаний на каждой контрольной точке - не менее 30-35 дней.

Контрольные испытания осуществляют методом статического нагружения колесом автомобиля. Для испытаний применяют грузовой двухосный автомобиль, имеющий нагрузку на заднее колесо в пределах 30-50 кН, давление воздуха в шинах - 0,50-0,55 МПа. Шины задних колёс автомобиля должны иметь дорожный тип рисунка протектора и быть в хорошем состоянии.

Результаты испытаний приводят к расчётной нагрузке по формуле, справедливой при значении коэффициента Пуассона дорожной конструкции m = 0,3;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$E_a = K_a \times \frac{Q_k}{l},$$ где

(10.5)

E_a - модуль упругости дорожной конструкции при воздействии расчётной нагрузки (нагрузка на колесо - 50 кН, удельное давление колеса на покрытие 0,6 МПа;

K_a - коэффициент, равный 0,36 МПа см/кН;

Q_k - нагрузка на колесо используемого автомобиля, кН;

l - величина измеренного обратимого прогиба, см.

Нагрузку на колесо проверяют с помощью переносных гидравлических или других весов, обеспечивающих точность взвешивания до 0,5 кН.

Для измерения обратимых прогибов используют длиннобазовый рычажный прогибомер модели КП-204. Допускается использование других приборов, прошедших метрологическую аттестацию и обеспечивающих измерение прогибов с точностью не менее ±0,02 мм.

Линейные испытания дорожных одежд проводят высокопроизводительным методом кратковременного нагружения установкой динамического нагружения типа УДН-НК конструкции МАДИ.

При соответствующем технико-экономическом обосновании возможно использование других средств кратковременного нагружения типа ДИНА-3М, прошедших метрологическую аттестацию, обеспечивающих время действия нагрузки $t > 0,02$ с и точность измерения прогиба не менее 5 %. При отсутствии установок динамического нагружения можно также применять метод статического нагружения колесом автомобиля. При одновременном использовании методов статического и кратковременного нагружения проводят тарировочные испытания с целью приведения результатов линейных испытаний к сопоставимому виду.

Линейные испытания проводят равномерно по полосе наката (1-1,5 м от кромки покрытия) в объеме:

20 испытаний на каждом километровом отрезке характерного участка и на каждом отрезке характерного участка длиной менее 1 км при расчётном уровне надёжности дорожной одежды 0,85-0,90;

28 испытаний при уровне надёжности 0,95;

12 испытаний при уровне надёжности 0,75-0,80;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

10 испытаний при уровне надёжности 0,5-0,6.

Допускается проведение линейных испытаний участками длиной по 500 м в пределах каждого километрового отрезка при сохранении указанного объёма испытаний. Если расчётный уровень надежности обследуемой дорожной одежды неизвестен, то на каждом отрезке проводят 30 испытаний. Точки испытаний, попадающие в зоны пучинообразования, выносят за пределы этих зон. Места развития пучин обследуют отдельно путём вскрытия дорожной одежды.

Проведение линейных испытаний в расчётный период начинают при выявлении по результатам испытаний на контрольных точках общей тенденции снижения прочности во времени (увеличение прогиба под нагрузкой). При этом, независимо от начала линейных испытаний, следует в прежнем режиме проводить испытания на контрольных точках и продолжать их до тех пор, пока не станет видна общая тенденция стабилизации величины прогиба дорожной конструкции. Следует стремиться, чтобы линейные испытания были закончены раньше, чем на контрольных точках.

Для приведения результатов испытаний к расчетному году параллельно с испытанием контрольных точек определяют влажность грунта земляного полотна. Для этого вырывают шурфы на обочине непосредственно вблизи контрольных точек и периодически (один раз в 3-5 дней) отбирают пробы грунта из-под проезжей части для выявления изменения относительной влажности грунта во времени.

Особенностью испытаний в нерасчётный период года является то, что на каждой контрольной точке проводят одноразовое испытание с одновременным измерением температуры покрытия и влажности грунта земляного полотна непосредственно у кромки проезжей части в скважине или шурфе, отрытом на обочине напротив контрольной точки. Время между линейными испытаниями и испытаниями на контрольной точке не должно превышать двух часов. Кроме того, на каждом виде дорожной одежды одну из контрольных точек испытывают в течение одного дня через каждые два часа (с 8.00 до 17.00) с одновременным измерением температуры покрытия. Результаты испытаний, выполненных в нерасчетные периоды года, приводят к расчётному через коэффициент приведения, полученный путём сравнения результатов испытаний на контрольных точках в расчётный и нерасчётный периоды года:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$K_E = \frac{E_z}{E_N} \le 1,$$ где
(10.6)

$E_г$ - модуль упругости дорожной одежды на контрольной точке в расчётный период года;

E_N - то же, в нерасчётный период.

Тогда полученный в нерасчётный период в любой точке модуль упругости будет равен:

$E_ф = K_E' E_N$, МПа.
(10.7)

Результаты испытаний, выполненных в нерасчётный период года, могут быть приведены к расчётному периоду в соответствии с ОДН 218.1.052-2002 [107]. Результаты измерений прочности дорожных одежд заносят в автоматизированный банк дорожных данных (АБДД).

Все рассмотренные методы испытаний для оценки прочности дорожных одежд дают результаты, характеризующие фактическую прочность дорожной одежды, только в случае их проведения в расчётный период наибольшего ослабления дорожной одежды после оттаивания верхней части земляного полотна. Этот период длится обычно не более нескольких суток, и уловить его очень трудно. Кроме того, не каждый год является расчетным. Существующие способы приведения результатов испытаний к расчётному периоду достаточно сложны, требуют дополнительных наблюдений и испытаний и не всегда обеспечивают необходимую их достоверность. Поэтому во многих случаях существующие методы визуальной оценки прочности дорожных одежд (см. п. 9.3) дают результаты, не уступающие по достоверности инструментальным измерениям.

10.4. Измерение продольной и поперечной ровности дорожных покрытий

Общие положения. Ровность поверхности дорожных покрытий в России (СССР) начали оценивать с тридцатых годов XX века. При этом исходили из того, что ровность покрытий дорог должна определяться показателем, характеризующим плавность, удобство и безопасность движения автомобиля с расчётной скоростью. Поэтому в качестве наиболее эффективного показателя ровности дорожного покрытия были приняты колебания самого автомобиля при его движении по дороге. В качестве характеристики колебаний была принята их амплитуда. С увеличением неровностей увеличивается амплитуда и частота колебаний автомобиля. Сумма сжатия рессор на определенном участке дороги является

условным показателем ровности покрытия, выражаемым в сантиметрах сжатия рессор на одном километре пути (см/км). Для оценки этого показателя в 30-х гг. в Харьковском автомобильно-дорожном институте (проф. А.К. Бируля) был создан прибор - толчкомер ХАДИ. В последующие годы конструкция толчкомера совершенствовалась, были созданы толчкомеры ТХК, ТХК-2 и др. (Е.И. Попов, О.А. Красиков, Малинин), и он получил широкое распространение в дорожном хозяйстве.

Так как колебания автомобиля зависят от его конструкции, скорости движения, нагрузки в кузове, то для получения сравнимых показателей эти факторы должны быть нормированы и в случае отклонения от нормированных значений результаты измерений ровности должны быть пересчитаны к нормированным условиям. В качестве базового был выбран автомобиль УАЗ-452 с нормированной нагрузкой в кузове до 2,5 кН. Скорость движения была принята равной 50 км/ч.

Прогресс автомобильной техники, улучшение автомобильных дорог и, как следствие, увеличение модельного ряда автомобилей и скорости их движения потребовали изменения и условий оценки ровности дорожных покрытий. Применение толчкомера стало затруднительным. Поэтому были предложены другие конструкции приборов с использованием того же принципа оценки ровности (по величине колебаний автомобиля). Наиболее перспективными оказались приборы: ПКРС, созданный в Союздорнии (Б.И. Елисеев, В.А. Астров), и прибор МАДИ (прибор ДПП, созданный на кафедре теоретической механики под руководством А.А. Хачатурова, усовершенствованный под руководством В.П. Жигарева).

В настоящее время в России для оценки ровности поверхности дорожных покрытий используется показатель измерений прибора ПКРС-2, выражаемый в см/км (S_n), в международной практике - международный индекс ровности, выраженный в м/км или мм/м IRI. Показатели S_n и IRI являются интегральными показателями и оценивают ровность поверхности проезжей части автомобильной дороги во всем диапазоне дорожных частот, на которые реагирует автотранспортное средство (АТС) при определённой скорости движения. Оба показателя являются косвенными, так как ровность поверхности покрытия оценивается не по результатам измерения его геометрических параметров, а по реакции динамической системы, «прокатываемой» по дороге. Различие показателей S_n и IRI состоит в том, что IRI - это расчётный показатель, получаемый при «прокатывании» 2-массовой линейной модели колебаний АТС по продольному профилю участка дороги (рис. 10.12). В приборе ПКРС-2 устройство для оценки ровности представляет собой конструкцию, имитирующую двухмассовую модель колебаний АТС, прицепляемую к буксирующему автомобилю. Математическая модель прибора ПКРС-2 приведена на рис. 10.13. В обеих моделях (для S_n и IRI) для упрощения расчётов и получения аналитического решения не учитывается реально существующее трение в шине и конечность длины её отпечатка на покрытии. Разница между показателями IRI и расчётным значением показателя S_n

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

(расчётным показателем, т.е. полученным аналитически, не экспериментально при прокатывании ПКРС-2 по участку дороги) обусловлена разницей в нормативных значениях скорости АТС при определении IRI (80 км/ч) и S_n (50 км/ч); и различием в параметрах динамических систем, моделирующих «эталонный» АТС и прибор ПКРС. Различие в принимаемых размерностях устраняется простым масштабным множителем 100.

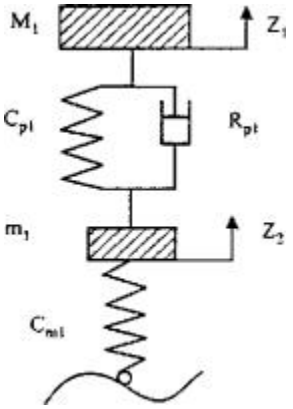


Рис. 10.12. Расчётная схема колебаний эталонного автомобиля при расчёте IRI

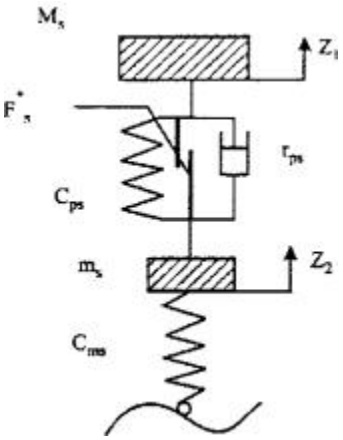


Рис. 10.13. Расчётная схема ПКРС

Конструктивные особенности прибора ПКРС не позволяют дать точное значение коэффициента пропорциональности показателей S_n и IRI. Недостатком показателя IRI является то, что для его расчёта необходимо знать ординаты микропрофиля поверхности проезжей части дороги. Однако этот недостаток устраняется, если использовать при оценке ровности комплект приборов конструкции кафедры теоретической механики МАДИ, в частности прибор ДПП, обеспечивающий оценку ровности в показателе IRI и позволяющий быстро и точно получать ординаты микропрофиля поверхности проезжей части автомобильной дороги.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Принципы работы приборов измерения ровности. В мировой практике известно более 50 конструкций приборов для измерения ровности покрытий. По принципу их действия различают приборы: **регистрирующие геометрические параметры неровностей** (количество, высоту и длину волны) - рейки, профилографы, виографы, уклономеры, профилометры, нивелиры и др.; **приборы импульсивного действия**, измеряющие величину механического или электрического импульса или перемещения отдельных частей автомобиля при наезде на неровность, которые косвенно характеризуют ровность поверхности покрытия - толчкомеры, акселерометры (приборы, измеряющие ускорения при колебаниях масс) и др.; **приборы инерционного действия** - динамометрический принцип ПКРС-2У, в котором измеряются вертикальные колебания подрессорной массы, возникающие в результате наезда на неровность и др.

Рейки и профилографы. Простейшим прибором для оценки ровности является рейка длиной 2 м, 3 м или 4 м, которая прикладывается к покрытию. Под рейкой выявляются просветы, величину которых измеряют линейкой или клином. Эта величина показывает размеры неровности: отклонения от условной прямой линии поверхности.

В России для измерения продольной ровности используется рейка длиной 3 м. Для оценки поперечной ровности (колейности) используется укороченная рейка длиной 2 м при измерении по упрошенному способу, когда рейка укладывается на поверхность покрытия и под ней измеряются просветы. При измерении по способу вертикальных отметок применяется рейка длиной 3 м с подставочными стаканами, при помощи которых рейка выводится в горизонтальное положение, по отношению к которому определяются просветы (рис. 10.14). Измерение рейками требует больших затрат ручного труда, даёт приближённое значение ровности и не позволяет судить о колебаниях автомобиля при движении. Рейки применяют для контроля ровности при строительстве дорог и для выборочного контроля ровности при эксплуатации дорог.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

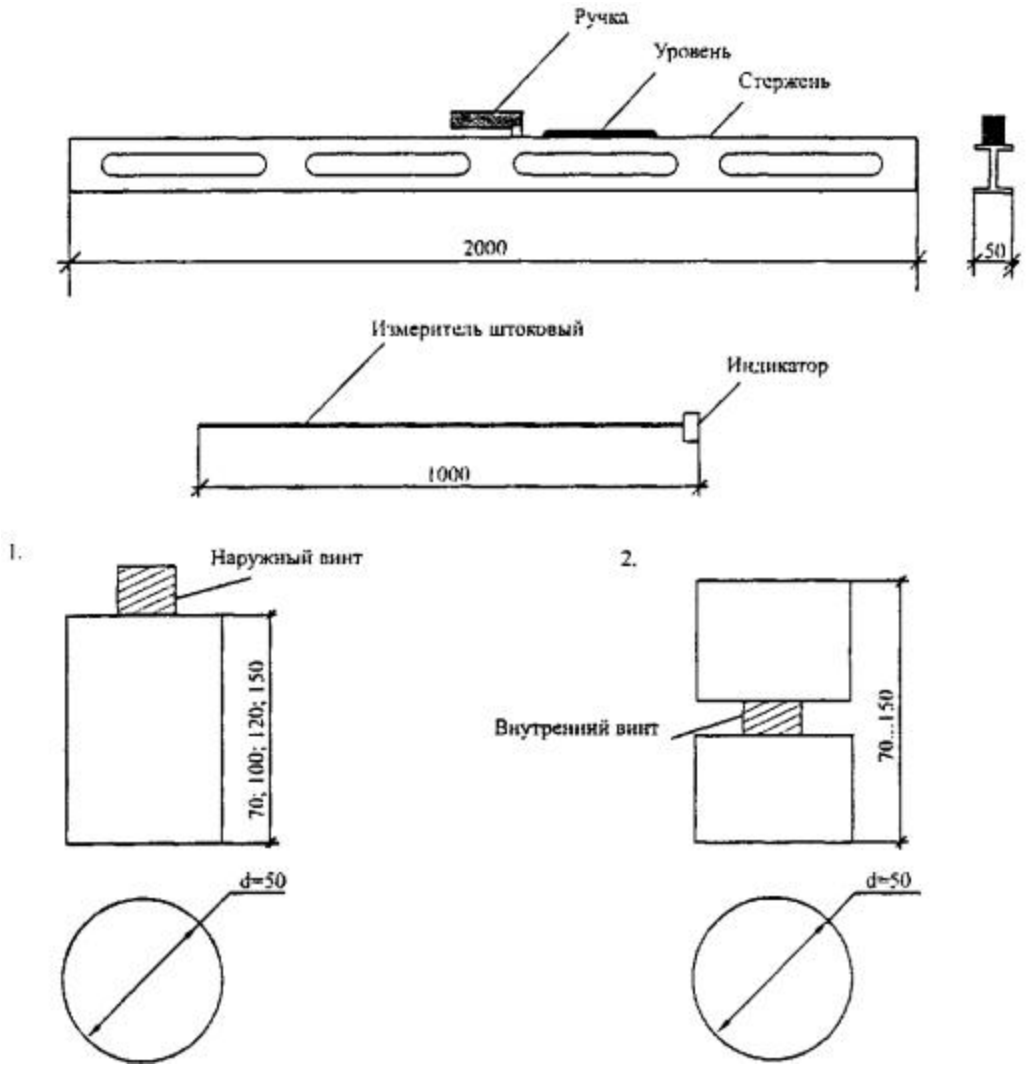


Рис. 10.14. Укороченная рейка для измерения поперечной ровности (колеи):
1, 2 - подставочные стаканы постоянной и переменной высоты

Развитием этого метода являются многоопорные (многоколесные) рейки, профилометры, профилографы, виографы. Самым современным прибором из этой группы является анализатор продольного профиля APL (Analyseur de Profil Longitudinele).

Первым прототипом этого прибора явился разработанный в МАДИ под руководством проф. А.А. Хачатурова динамический преобразователь микропрофиля покрытия (рис. 10.15). Динамический преобразователь записывает микропрофиль косвенно: сначала регистрируются преобразованные прибором электрические сигналы от неровностей покрытия; затем эти сигналы на аналоговом счётно-решающем устройстве обратным преобразованием пересчитываются в неровности микропрофиля и записываются в неровности покрытия.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

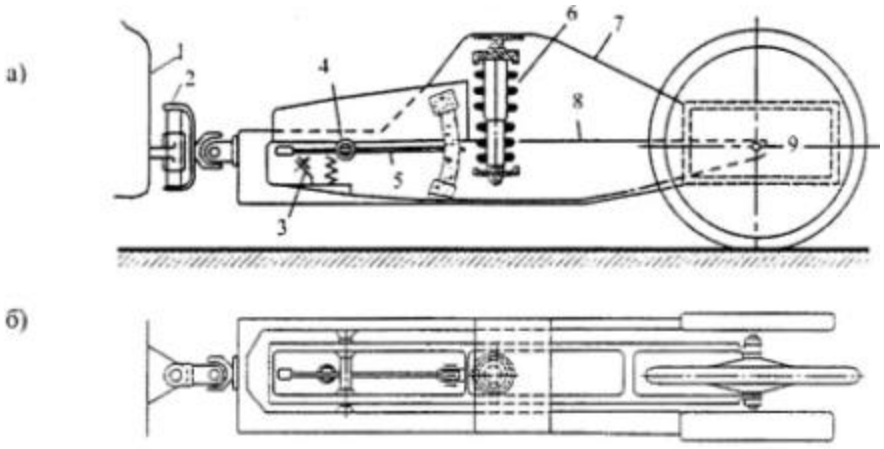


Рис. 10.15. Схема динамического преобразования микропрофиля покрытия (конструкция Афанасьева и Хачатурова):
а - вид сбоку; б - вид сверху.
1 - автомобиль; 2 - сцепные устройства; 3 - датчик относительных перемещений; 4 - ось вращения маятника; 5 - медленный маятник; 6 - амортизатор, гасящий колебания; 7 - наружная рама; 8 - внутренняя рама; 9 - груз

Анализ зарегистрированных сигналов может производиться двумя способами. Первый способ основан на опр**еделении спектральной плотности неровностей и является очень точным**. Минимальная длина изучаемого участка должна быть не менее 400 м. Второй способ предусматривает анализ средней изменяемости неровностей, разделяемых по пределам длины волны. Французские специалисты значительно модернизировали конструкцию этого прибора и создали установку APL-25; APL-72 и др. (рис. 10.16).

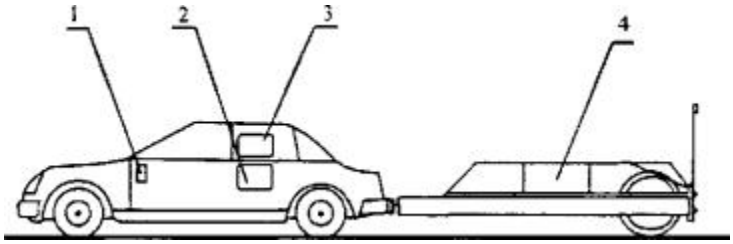


Рис. 10.16. Анализатор продольного профиля APL-25:
1 - измеритель скорости; 2 - усилитель сигнала; 3 - устройство записи скорости; 4 - измерительный прицеп

Измерения ровности установкой APL в зависимости от целей может производиться со скоростью 21,6 км/ч; 50 км/ч или 72 км/ч. В результате измерений получают спектральную плотность неровностей, которую можно перевести в показатели неровности по IRI (International Roughness Index) или в другие показатели. Обработка измерений полностью автоматизирована.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Приборы импульсного действия. Из приборов импульсного действия наиболее широкое распространение получил прибор для косвенного измерения ровности покрытия толчкомер ХАДИ, предложенный проф. А.К. Бируля еще в пятидесятых годах XX века. Впоследствии этот прибор многократно совершенствовался. Схема модифицированной конструкции этого прибора - ТКХ-2 Казахского филиала Союздорнии, который выпускается серийно, показан на рис. 10.17.

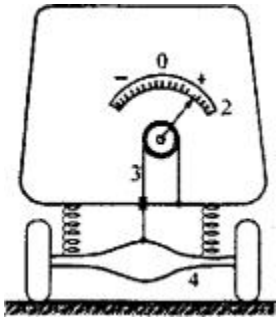


Рис. 10.17. Толчкомер ТХК-2:
1 - кузов автомобиля; 2 - шкала замера неровностей; 3 - трос; 4 - задний мост автомобиля

Толчкомер ТХК-2 устанавливают в кузове автомобиля над его задним местом. Толчкомер состоит из трех основных узлов: счётного механизма, системы крепления к кузову автомобиля и соединения с задним мостом автомобиля.

Колебания рессор через гибкий трос передаются на барабан счётного механизма. Ровность дорожных покрытий оценивают суммарным сжатием рессор автомобиля в см/км на участке дороги длиной 1 км при постоянной скорости движения. Производительность толчкомера составляет около 170 км/сут. По этому же принципу работают толчкомеры ТЭД-2М, ИВП-1М идр.

Следует иметь в виду, что толчкомером определяют не истинную, а условную ровность поверхности дороги, так как сумма прогибов (сжатия) рессоры при проезде автомобилем данного участка зависит не только от состояния покрытия, но и от свойств подвески автомобиля, нагрузки и др. Толчкомер, установленный на автомобилях разных марок, даёт разные показатели.

Толчкомеры используются для сплошного контроля ровности.

Приборы инерционного действия. Более совершенными являются приборы инерционного действия - прицепные ровномеры, или динамометрические тележки. Эти приборы имеют измерительное колесо, пригруженное сравнительно тяжёлой массой, совершающей совместно с ним колебания относительно общего центра. Перемещения системы «колесо-масса» служат характеристикой ровности.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В России для сплошного контроля ровности за эталонный прибор принят динамометрический прицеп ПКРС-2У, разработанный Союздорнии. Эта установка выпускается серийно под маркой КП-511 и предназначена для измерения ровности и коэффициента сцепления. Установка состоит из специально оборудованного автомобиля типа УАЗ, Газель и др. и одноколёсного прицепа с мягкой подвеской, на котором установлены датчики для измерения ровности и тормозной силы. В кузове автомобиля смонтированы устройства управления, измерительная и регистрирующая аппаратура, а также бак с водой для поливки дороги при измерении коэффициента сцепления покрытия (рис. 10.18).

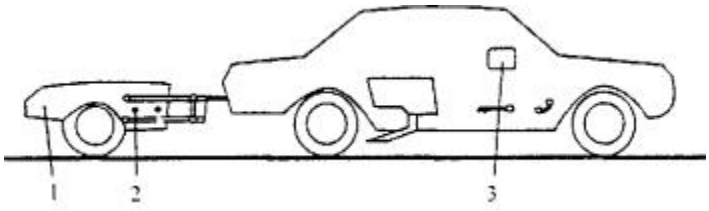


Рис. 10.18. Автомобильная установка ПКРС-2У для контроля ровности:
1 - прицеп с измерительным колесом; 2 - измерительный преобразователь ровности; 3 - регистрирующий прибор

Ровность измеряют во время проезда с постоянной скоростью движения в 60 км/ч с допустимым отклонением ±2 км/ч. По результатам измерения вычисляют средние отклонения и соответствующие им значения показателя ровности в см/км.

Приборы для измерения ровности в поперечном направлении (колейности). В мировой практике отказались от ручных методов измерения ровности проезжей части в поперечном направлении с применением реек. Измерение параметров поперечной ровности и колеи выполняют с использованием ультразвуковых и лазерных датчиков, которые размещаются на несущей балке, прикрепленной к передней части автомобиля. Такие установки называются профилографы или колеемеры.

Выпускается широкий спектр таких установок (рис. 10.19). Ультразвуковые профилографы измеряют просветы на ширине 2-2,5 м и более, при помощи ультразвуковых датчиков, количество которых в поперечном направлении колеблется от 12 до 30. Измерения производятся через каждые 3 м вдоль дороги с точностью 0,1 мм. Скорость движения профилографов может изменяться от 20 км/ч до 80 км/ч.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru



Рис. 10.19. Профилограф для измерения поперечной ровности (глубины колеи)

Лазерные профилографы измеряют просветы на ширине 2,7 м и более с помощью 15 датчиков через каждые 5 м вдоль дороги с точностью 0,1 мм. Имеются модификации профилографов, которые снимают отсчёты через каждые 20 см вдоль дороги. Скорость движения лазерных профилографов в процессе измерений может изменяться от 20 до 80 км/ч. В России разработка аналогичных приборов находится в начальной стадии.

Организация работ по измерению ровности. При оценке продольной ровности покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения. Сплошные измерения выполняют при обследовании участков дорог протяжённостью более 1 км, выборочные - менее 1 км. Выборочные измерения выполняют при обследовании: участков концентрации ДТП, опасных участков дорог, участков дорог, на которых произошло ДТП, отремонтированных участков. Сплошные измерения продольной ровности, как правило, осуществляют с помощью передвижной установки ПКРС-2У.

Допускается использование передвижных лабораторий, оборудованных толчкомерами ТХК-2, ИР-1 или ИВП-1 на базе автомобилей УАЗ-2206, ГАЗ -31022, ГАЗ-2705 и других автомобилей семейства ГАЗель с колесной формулой 4´2. Могут быть использованы и другие приборы, имеющие необходимое метрологическое обеспечение, показания которых должны быть приведены к показаниям ПКРС-2У или толчкомера, установленного на один из базовых автомобилей. В этом случае составляется акт о результатах корреляционных испытаний, а также проводится калибровка используемого прибора. Эти действия оформляются протоколом и аттестатом по установленным формам. Корреляционные испытания необходимо проводить не менее чем на 5 участках, различающихся не менее чем на 20 % по ровности или сцепным свойствам дорожного покрытия.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Выборочные измерения ровности выполняют с помощью нивелиров, трехметровых реек или многоопорных реек ПКР-4М. Измерения продольной ровности дорожного покрытия с помощью передвижной установки ПКРС-2У производится при постоянной скорости движения 50±5 км/ч, по правой полосе наката каждой полосы движения. Требуемое количество измерений на 1 км дороги в зависимости от однородности поверхности покрытия колеблется от 2 до 6.

При проведении измерений толчкомером эксплуатационное состояние автомобиля должно соответствовать требованиям технического паспорта: давление в шинах, состояние рессор и амортизаторов, допуск люфтов в пальцах и серьгах рессор. Спидометр или датчик пройденного пути необходимо предварительно откалибровать. Давление воздуха в шинах следует контролировать не реже одного раза в сутки. Подготовленность аппаратуры ходовой лаборатории проверяют сопоставлением показаний толчкомера, полученных при проезде по одному и тому же участку дороги с однородным покрытием не менее 3 раз. При этом результаты измерений не должны различаться более чем на 5 %.

Измерения ровности с помощью толчкомера производятся при движении автомобиля строго по полосам наката. Загрузка автомобиля в период измерений должна быть распределена равномерно на правое и левое колесо задней оси. Суммарный вес груза с пассажирами и нагрузка на заднюю ось автомобилей приведены в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Тип автомобиля	Суммарный вес груза и пассажиров, кН	Нагрузка на заднюю ось автомобиля, кН
УАЗ-2206	29,5-30,0	14,2-14,6
ГАЗ-31022	17,0-17,5	9,3-9,7
ГАЗель с колёсной формулой 4´2	35,0-36,0	18,5-19

При использовании другого автомобиля показания толчкомера следует привести к показаниям базовых приборов.

Измерение продольной ровности с помощью толчкомера производится при постоянной скорости движения 50±2 км/ч. Показания спидометра должны

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

соответствовать фактической скорости движения. Если по непреодолимым причинам невозможно выдержать требуемую скорость (например, при движении в плотном транспортном потоке), то показания толчкомера следует умножить на поправку (табл. 10.3).

Таблица 10.3

Скорость движения, км/ч	30	40	50	60	70	80
Поправочный коэффициент	1,1	1,05	1	0,95	1,1	1,15

Измерение и оценка колейности дорожного покрытия. Измерения параметров колеи в процессе диагностики выполняют в соответствии с ОДМ «Методика измерений и оценки эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи» по упрощённому варианту с помощью 2-метровой рейки и измерительного щупа. Измерения производят по правой внешней полосе наката в прямом и обратном направлении на участках, где при визуальном осмотре установлено наличие колеи.

Количество створов измерений и расстояния между створами принимают в зависимости от длины самостоятельного и измерительного участков. Самостоятельным считается участок, на котором по визуальной оценке параметры колеи примерно одинаковы. Протяжённость такого участка может колебаться от 20 м до нескольких километров. Самостоятельный участок разбивается на измерительные участки длиной по 100 м каждый.

Если общая длина самостоятельного участка не равна целому количеству измерительных участков по 100 м каждый, выделяется дополнительный укороченный измерительный участок. Также назначается укороченный измерительный участок, если длина всего самостоятельного участка меньше 100 м.

На каждом измерительном участке выделяют 5 створов измерения на равном расстоянии один от другого (на 100-метровом участке через каждые 20 м), которым присваивают номера от 1 до 5. При этом последний створ предыдущего измерительного участка становится первым створом последующего и имеет номер 5/1. Укороченный измерительный участок также разбивается на 5 створов, расположенных на равном расстоянии один от другого.

Рейку укладывают на выпоры внешней колеи и берут один отсчёт $h_к$ в точке, соответствующей наибольшему углублению колеи в каждом створе, при помощи измерительного щупа, устанавливаемого вертикально, с точностью до 1 мм; при отсутствии выпоров рейку укладывают на проезжую часть таким образом, чтобы перекрыть измеряемую колею.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Если в створе измерения имеется дефект покрытия (выбоина, трещина и т.п.), створ измерения может быть перемещен вперед или назад на расстояние до 0,5 м, чтобы исключить влияние данного дефекта на считываемый параметр. Измеренная в каждом створе глубина колеи записывается в ведомость, форма которой с примером заполнения приведена в табл. 10.4.

Таблица 10.4

ВЕДОМОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ КОЛЕИ

Участок дороги_____ Направление_____

Номер полосы_____

Положение начала участка_____

Положение конца участка_____

Дата измерения_____

Номер самостоятельного участка	Привязка к километражу и протяжённость	Длина измерительного участка, м	Глубина колеи по створам		Расчётная глубина колеи $h_{кн}$, мм	Средняя расчётная глубина колеи $h_{кс}$, мм
			номер створа	глубина колеи $h_к$, мм		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1	От км 20+150 До км 20+380, *L*=230 м	100	1	11	13	12,7
			2	8		
			3	12		
			4	17		
			5/1	13		
		100	2	16	13	
			3	10		
			4	13		
			5/1	11		
		30	2	9	12	
			3	14		
			4	12		
			5	7		

По каждому измерительному участку определяют расчётную глубину колеи. Для этого анализируют результаты измерений в 5 створах измерительного участка, отбрасывают самую большую величину, а следующую за ней величину глубины колеи в убывающем ряде принимают за расчётную на данном измерительном участке ($h_{кн}$).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Расчётную глубину колеи для самостоятельного участка определяют как среднеарифметическое из всех значений расчётной глубины колеи на измерительных участках:

$$h_{кс} = \frac{\sum_{1}^{n} h_{кн}}{n}, \text{ мм.}$$

(10.9)

10.5. Измерение шероховатости и сцепных качеств покрытий

Оценка шероховатости поверхности дорожных покрытий. Параметры шероховатости (текстуры) поверхности дорожных покрытий можно измерить различными методами: оптическим, ультразвуковым, лазерным, стереофотографическим, контактным. Сущность оптического, ультразвукового и лазерного методов заключается в оценке энергии отражённого от исследуемой поверхности светового луча, луча с ультразвуковой частотой колебаний, луча лазера. Метод стереофотографии предусматривает фотографирование поверхности с двух различных точек, что позволяет при обработке фотографии на стереоскопе получить объёмное изображение и оценить шероховатость по среднему расстоянию между выступами. Контактный метод основан на ощупывании неровностей поверхности щупом с последующим преобразованием механических колебаний в электрические (или без такого преобразования).

В России в практике дорожного строительства широкое распространение получил только контактный метод. В 60-80 гг. XX века в России (СССР) была разработана целая серия приборов, работающих по этому принципу и позволяющих проводить измерение параметров неровностей как макро-, так и микрошероховатости. Для оценки параметров макрошероховатости в МАДИ (Э.Г. Подлих) и Союздорнии (Б.И. Елисеев) были разработаны два очень простых и широко используемых до настоящего времени прибора: прибор «песчаное пятно» (по методу «песчаного пятна» оценивается осредненная глубина впадин макрошероховатости; метод «песчаного пятна» до настоящего времени используется и за рубежом, несмотря на свою предельную простоту) и профилограф (используемый для измерения высоты выступов). Прибор «песчаное пятно» представляет собой комплект оборудования, включающий мерную емкость объёмом не менее 20 $см^3$, плоский диск (штамп) диаметром 10 см для распределения песка, мерную линейку длиной не менее 30 см, щётку-сметку. Для измерений необходим чистый мелкий (размер частиц не более 0,2-0,3 мм)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

природный песок в воздушно-сухом состоянии, гипс или быстротвердеющий цемент и вода. При проведении измерений на поверхность покрытия высыпают определённый объём песка (20-50 $см^3$) и с помощью штампа равномерно распределяют его вровень с поверхностью выступов шероховатости, придавая песчаному пятну форму круга (прямоугольника или квадрата). Зная объём песка, занятую им площадь, определяют среднюю глубину впадин. При необходимости определения высоты выступов (предложено Л.Г. Паниной) оконтуривают поверхность, занятую песком, удаляют его из впадин макрошероховатости с помощью щётки и смазывают очищенную поверхность покрытия техническим глицерином. Затем снимают слепок с покрытия: изготавливают жидкое тесто из гипса, быстротвердеющего цемента или другого аналогичного материала, распределяют его по исследуемой поверхности слоем 1,0-1,5 см. Через 5-7 мин слепок отделяют от покрытия и выдерживают 10-15 мин до затвердения. После этого определяют объём впадин шероховатости (численно равный объёму выступов шероховатости) по методу «песчаного пятна» и рассчитывают среднюю высоту выступов.

Профилографы МАДИ, Союздорнии используют принцип ощупывания поверхности покрытия специальным щупом (в профилографе МАДИ щуп перемещается с помощью электромотора, в профилографе Союздорнии - вручную) и вычерчивания профиля неровностей поверхности по методу пантографирования. Позднее появились профилограф игольчатого типа, а также прибор для определения глубины неровностей макрошероховатости, работающий по принципу «песчаного пятна» (рис. 10.20), в котором вместо песка использованы мелкие металлические шарики, распределяемые по поверхности покрытия внутри специального цилиндра, устанавливаемого на покрытии, и под действием магнита сохраняющие форму неровностей макрошероховатости (Ю.С. Карих).

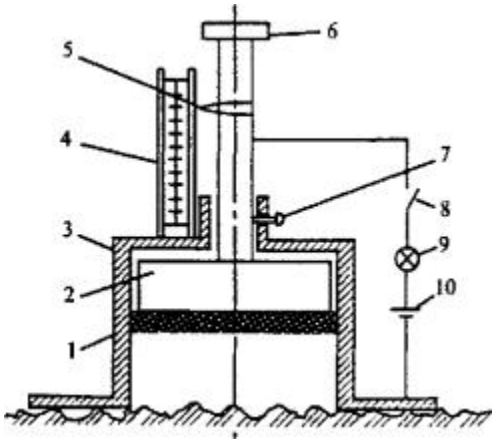


Рис. 10.20. Магнитный прибор Ю.С. Кариха для измерения средней глубины впадин макрошероховатости покрытия:
1 - металлические шарики; 2 - магнит; 3 - корпус; 4 - шкала; 5 - указатель средней

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

глубины впадин; 6 - шток с ручкой; 7 - стопорный винт; 8 - включатель электрической цепи; 9 - лампочка-сигнализатор; 10 - источник тока (12В)

Микрошероховатость покрытий дорог можно измерять в лабораторных условиях по образцам, взятым с поверхности покрытия и непосредственно на дороге. Использование образцов в лабораторных условиях обеспечивает высокое качество измерений ввиду отсутствия помех от вибрации, возникающей в покрытии при проезде автомобилей. В лаборатории можно использовать профилографы-профилометры, выпускаемые для целей машиностроения. Непосредственные измерения на дороге позволяют контролировать изменение микрошероховатости в процессе эксплуатации покрытия без его разрушения (взятия образцов). Для этих целей в МАДИ (М.В. Немчинов, Б.М. Косарев) разработаны два прибора - индуктивного и лазерного типов. Индуктивный профилограф разработан на базе профилографа модели 201 и позволяет определять параметры микрошероховатости (в диапазоне 0,2-400 мкм с погрешностью вертикального увеличения 5 %) как в лабораторных условиях, так и в полевых условиях. Исследуемая поверхность ощупывается алмазной иглой с радиусом кривизны при вершине 10 мкм с последующим преобразованием механических колебаний иглы в пропорциональное изменение параметров электрического тока. Лазерный профилограф (с разрешающей способностью 1-500 мкм и погрешностью 1 мкм) работает по принципу ощупывания поверхности сканированным лучом лазера, а фотоприемное устройство измеряет диффузионную составляющую отраженного светового потока.

Макрошероховатость поверхности покрытия оценивают путем проведения измерений на участках длиной 1,0; 50,0 и 1000 м. Рекомендуемое число измерений указано в табл. 10.5.

Таблица 10.5

Минимальное число измерений параметров макрошероховатости поверхности дорожного покрытия*

Длина участка, м	Число измерений при глубине впадин макрошероховатости, мм		
	0,3-2,0	2,1-3,0	Более 3
Поверхностная обработка			
1,0	1	2	3

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

50,0	3	6	10
1000,0	18	36	60
Втапливание щебня			
1,0	1	2	3
50,0	3	3	5
1000,0	9	18	30

* Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. ВСН 38-90. - М: Транспорт, 1990. - 47с.

При сдаче покрытий в эксплуатацию на участке длиной 50,0 м измерения проводят по диагонали полосы движения, места измерения размещают равномерно по длине диагонали. На участке длиной 1000,0 м равномерно размещают шесть участков по 50,0 м, на каждом из которых размешают по три участка длиной по 1,0 м. В период эксплуатации покрытия измерения макрошероховатости проводят на полосах наката и между ними на участках той же длины в сечениях, перпендикулярных оси дороги. На участке длиной 1 км равномерно по его длине размещают 5-6 участков длиной по 50,0 м.

Качество шероховатой поверхности оценивается коэффициентом вариации глубины (высоты) неровностей макрошероховатости и равномерности распределения щебня. Коэффициент вариации глубины (высоты) неровностей:

$C = s_н/R_{ср}$, где
(10.9)

$s_н$ - среднеквадратическое отклонение глубины (высоты) отдельных впадин макрошероховатости;

$R_{ср}$ - средняя глубина (высота) неровностей.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\sigma_н = \sqrt{\sum_1^n (H_i - R_{ср})^2 / (n-1)},$$ где

(10.10)

n - число измерений;

H_i - глубина неровностей в измеренных впадинах.

Равномерность распределения щебня по поверхности покрытия определяют с помощью прямоугольной рамки размером 0,10´0,20 м, в пределах которой подсчитывают количество зерен щебня. Измерения повторяют 10 раз на участке длиной 1 км. По результатам измерений подсчитывают среднее число зерен щебня *m* в пределах площади, ограниченной рамкой, и среднеквадратическое отклонение s_m результатов отдельных измерений от среднего. Коэффициент вариации определяют по формуле

$$C = \sigma_м / m.$$

(10.11)

Он не должен превышать 0,15 (для отличной оценки качества).

Оценка твёрдости дорожных покрытий. Для сохранения шероховатости покрытия в процессе эксплуатации большое значение имеет его твёрдость. Твёрдость - сопротивление материала проникновению в него более твёрдого материала. Твёрдость дорожного покрытия оценивают по глубине погружения в материал покрытия иглы или конуса заданной формы под определённой нагрузкой и при определенной температуре. Твёрдость определяют на всех типах покрытий, устроенных с использованием органических вяжущих с помощью прибора - твердомера.

Один из первых твердомеров был разработан в Великобритании в TRRL. Прибор аналогичной конструкции был изготовлен в МАДИ и применен в исследованиях проф. М.В. Немчиновым в 1981 г. Позднее был разработан и в настоящее время рекомендован в России для определения твердости покрытий твердомер конструкции Казахского филиала Союздорнии (проф. О.А. Красиков).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Твердомер состоит из ударника с конической насадкой (ударник ДорНИИ) и измерительного устройства для замера глубины погружения конуса в покрытие. Аналогичная конструкция твердомера (модели ИП-18, И.А. Орехов) рекомендована к использованию в Белоруссии (рис. 10.21).

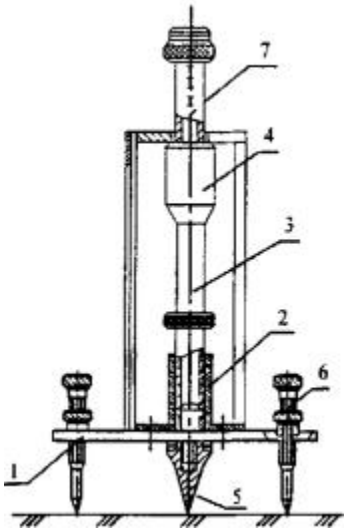


Рис. 10.21. Твердомер ИП-18:
1 - треугольная станина; 2 - направляющая втулка с вертикальными стойками; 3 - штанга с ограждениями; 4 - груз; 5 - коническая насадка; 6 - установочные винты; 7 - шкала отсчётов

Независимо от длины обследуемого участка дороги проводится не менее 20 измерений с одновременной регистрацией средней температуры поверхности покрытия. Точки для измерений назначаются через равные расстояния с чередованием полос наката (первая точка выбирается случайной). Среднее значение показателя твердости для участка покрытия с помощью номограммы (рис. 10.22) приводят к расчетной температуре +50°С (если в процессе измерений температура покрытия резко изменялась, то к расчётной температуре приводят отдельные показатели твёрдости и лишь затем определяют его среднее значение). По полученному значению твердости h_{50} назначают оптимальный для одиночной поверхностной обработки размер щебня.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

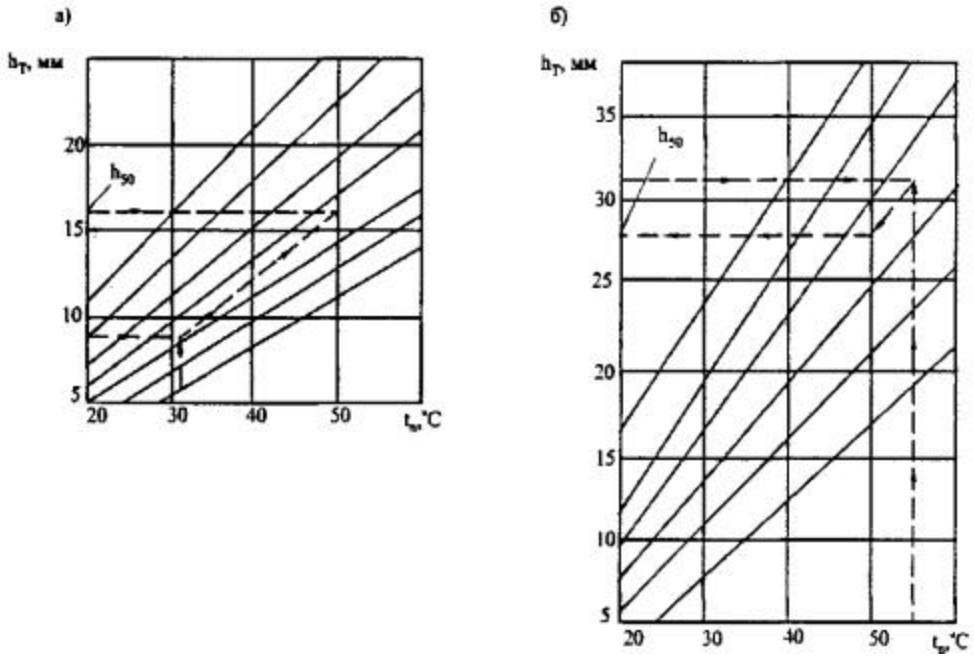


Рис. 10.22. Номограмма для приведения показателя твердости покрытия к расчётной температуре 50°С:
а - для покрытий из горячих асфальтобетонных смесей; б - для покрытий из холодных битумоминеральных смесей;
стрелками показан порядок пользования номограммой

Оценка сцепных качеств дорожных покрытий. Для измерения коэффициента сцепления созданы специальные приборы - динамометрического действия и портативные. Впервые в России (СССР) прибор динамометрического действия был сконструирован и построен в 1938-39 гг. в МАДИ М.С. Замахаевым. В конце 60-70-х гг. XX века практически одновременно были сконструированы динамометрические приборы: в Союздорнии - ПКРС (Б.И. Елисеев, В.А. Астров, прибор оборудован автомобильным колесом размера 6,00-13) и в МАДИ (Э.Г. Подлих, прибор оборудован мотороллерным колесом).

В 60-70-х гг. XX века была разработана (и в последующем совершенствовалась) конструкция двухколёсного (с шинами размера 165-13, 6,45-13) прибора для измерения коэффициента сцепления (при полной блокировке колёс и при качении под углом 0-17° - модели МАДИ-6, МАДИ-8, доц. Ю.В. Кузнецов); в институте Аэропроект был разработан двухколесный прибор АТТ-1 (с последующими модификациям) с шинами размером 660-160, позволяющий измерять коэффициент сцепления при качении колёс с частичным проскальзыванием; в институте НИИШП - двухколёсный прибор с шинами размера 6,45-13 и полной блокировкой колёс при измерениях коэффициента сцепления. В МАДИ Н. Кульмурадов и Ю.В. Кузнецов разработали одноколёсный прибор, монтируемый на поливомоечном автомобиле, измерительное колесо которого было оборудовано шиной размера

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

6,15-13 и могло загружаться тремя уровнями вертикальной нагрузки. Наибольшее развитие и применение получили модификации прибора ПКРС: ПКРС-2, ПКРС-2У, ПКРС-2М (Союздорнии, Казфилиал Союздорнии, Гипродорнии), КП-511 (конструкция разработана Союздорнии; первый промышленный экземпляр построен на Ленинградском заводе дорожных машин кафедрой строительства и эксплуатации дорог МАДИ (М.В.Немчинов). Модель ПКРС-2У в усовершенствованном виде в составе лабораторий КП-208МП, КП-514МП Г в настоящее время производится Саратовским НПЦ "Росдортех" (рис. 10.23). Кроме того, в МАДИ и ВНИИБД МВД России Ю.В. Кузнецовым был разработан портативный прибор для оценки сцепных качеств дорожных покрытий.

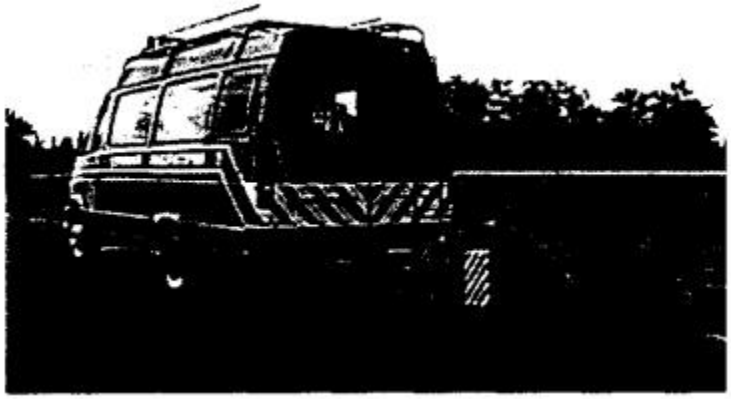


Рис. 10.23. Передвижная лаборатория с установкой ПКРС-2Удля измерения ровности и скользкости покрытия

Эти приборы рекомендованы для использования при оценке сцепных качеств дорожных покрытий нормативными документами Минтранса России.

С помощью динамометрического прибора ПКРС-2У коэффициент сцепления измеряют путём регистрации усилий, возникающих при затормаживании колеса прицепа до его полной блокировки на искусственно увлажненном покрытии. Коэффициент сцепления равен отношению касательной горизонтальной силы к нагрузке, действующей на колесо:

$$\varphi = \frac{T}{Q}, \quad \text{где} \tag{10.12}$$

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

T - горизонтальная касательная сила;

Q - масса динамометрического прицепа, приходящаяся на колесо.

Техническая характеристика динамометрического прицепа

Подвеска и система торможения - автомобиль М-2140

Шины -6,45"´13"

Скорость буксировки, км/ч - 60

Ход подвески, мм – 150

Диапазон измерения:

коэффициента сцепления -0,1-0,7

ровности, см/км - 100-1100

Масса, кг - 350

Габаритные размеры, мм - 1800´800´900

Регистрация показаний первичных датчиков производится бортовым вычислительным комплексом с визуализацией данных измерений на дисплее. Показатель ровности определяется по суммарной величине перемещения колеса прицепа относительно инерционной массы его корпуса на единицу длины дороги.

Портативный прибор МАДИ-ВНИИБД (ППК) состоит из штанги со скользящим по ней грузом массой 9 кг, подвижной муфты и пружины, соединяющей два резиновых имитатора размером 100´146 мм. При испытании прибор устанавливают так, чтобы имитаторы находились на расстоянии 10±1 мм над покрытием (рис. 10.24). Затем подвижной груз закрепляют в верхнем положении стойки и фиксируют защёлкой. После увлажнения поверхности освобождают груз, который падает на подвижную муфту. Под действием удара груза имитаторы прижимаются и перемещаются по поверхности покрытия. По положению измерительной шайбы на шкале определяют значение коэффициента сцепления.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

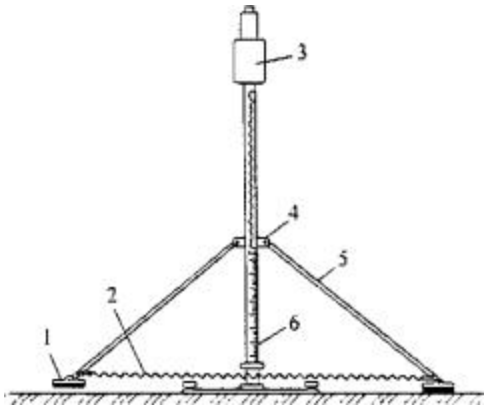


Рис. 10.24. Портативный прибор ППК для оценки скользкости покрытия:
1 - имитатор шин; 2 - пружина; 3 - падающий груз; 4 - муфта; 5 - толкающие тяги; 6 - шкала отсчёта коэффициента сцепления

Организация работ по измерению коэффициента сцепления.

Так же как и при оценке продольной ровности, при оценке сцепных свойств дорожных покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения. Сплошные измерения сцепных свойств дорожных покрытий осуществляют с помощью передвижной установки ПКРС-2У.

При измерении сцепных свойств дорожных покрытий в установке ПКРС-2У должна использоваться шина без рисунка протектора или с рисунком глубиной не менее 1 мм. В случае отсутствия специальной шины с гладким протектором допускается использовать обычную изношенную шину того же размера с остаточной глубиной канавок не более 1 мм.

Выборочные измерения сцепных свойств дорожного покрытия выполняют с помощью портативного прибора ППК. Могут быть использованы и другие приборы, имеющие необходимое метрологическое обеспечение, показания которых должны быть приведены к показаниям перечисленных выше приборов. При этом корреляционные испытания необходимо проводить не менее чем на 5 участках, различающихся по ровности и сцепным свойствам дорожного покрытия.

Измерения сцепных свойств покрытия установкой ПКРС-2У производят при постоянной скорости 60±5 км/ч по левой полосе наката каждой полосы движения.

При невозможности произвести измерения по левой полосе наката (двухполосная дорога, крайняя левая полоса многополосной дороги) допускается производить их по правой полосе наката. Измерения сцепных свойств дорожного покрытия с помощью портативного прибора ППК выполняют по левой полосе наката каждой полосы движения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Сцепные качества покрытия оцениваются коэффициентом продольного сцепления, измеренным на увлажненном покрытии при расчётной температуре воздуха 20°С. Увлажнение дорожного покрытия осуществляется с помощью автономной системы искусственного увлажнения, смонтированной на автомобиле-тягаче. Не допускается производить измерения сцепных качеств дорожного покрытия во время дождя, а также в течение 2-3 часов после него.

Портативным прибором ППК коэффициент сцепления также определяется на увлажненном покрытии. Для увлажнения необходимо вылить на покрытие не менее 200-250 $см^3$ воды и смочить полосу шириной не менее 15 см и длиной не менее 30 см.

Следует иметь в виду, что результаты измерений коэффициента сцепления прибором ППК и установкой ПКРС-2У хорошо коррелируют между собой для гладких и мелкошероховатых покрытий. С увеличением шероховатости покрытий достоверность результатов измерений прибором ППК снижается.

При измерениях коэффициента сцепления фиксируют температуру воздуха. Полученные значения коэффициента сцепления приводят к расчётной температуре 20°С путём их суммирования с поправками, указанными в табл. 10.6.

Таблица 10.6

Температура воздуха в момент измерений, °С	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Поправка к измеренному коэффициенту сцепления	-0,06	-0,04	-0,03	-0,02	0	0,01	0,01	0,02	0,02

Состояние дорожных покрытий по сцепным качествам оценивают путём сравнения фактической величины коэффициента продольного сцепления с его предельно допустимой величиной. Дорожное покрытие удовлетворяет требованиям эксплуатации, если фактическая величина коэффициента сцепления больше предельно допустимой величины или равна ей. Предельно допустимая величина коэффициента сцепления установлена ГОСТ Р 50597-93 и составляет 0,3 при измерении шиной без рисунка протектора и 0,4 при измерении шиной, имеющей рисунок протектора.

Зарубежные приборы и многофункциональные лаборатории для оценки состояния дорог. Во многих странах разработаны различные модификации динамометрических приборов для измерения коэффициентов сцепления, такие например, как прибор ADNERA и Grip Tester (Франция), прибор WUD (Чехия) и др. На дорогах Польши применяется аппарат SRT-3 (Skid Resistance Tester), который позволяет измерять продольный коэффициент сцепления с шагом через

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

каждые 5 м со скоростью 60 км/ч. Кроме одноколесных прицепов выпускают двухколесные, которые измеряют силу торможения сразу двух колес. К таким приборам относится дорожный измеритель сцепления OSCAR, выпускаемый фирмой Norsemeter в Норвегии. Эта установка в автоматическом режиме может измерять продольный коэффициент сцепления как при полном, так и при частичном торможении (проскальзывании шины).

Для измерения коэффициента поперечного сцепления применяют тележки, которые воссоздают условия качения колеса при действии боковой силы или имитируют явления заноса автомобиля без торможения. Одной из наиболее распространенных является английская передвижная лаборатория для оценки сцепных качеств дорожных покрытий SCRIM (Sideway force Coefficient Routine investigat Machine), которая измеряет коэффициент поперечного сцепления колеса с покрытием.

Главным отличием этой лаборатории является то, что измерительное колесо в ней поставлено под углом 20° к направлению движения (рис. 10.25), а измерение может проводиться как с полностью, так и частично блокированным колесом.

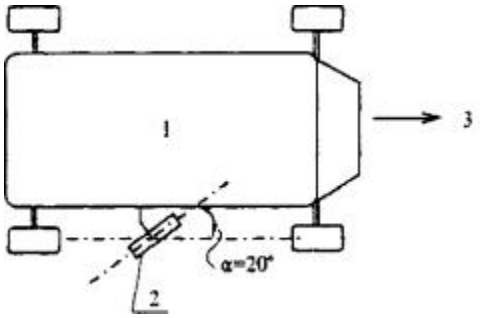


Рис. 10.25. Принципиальная схема лаборатории SCRIM для измерения коэффициента поперечного сцепления:
1 - базовый автомобиль с измерительной и обрабатывающей аппаратурой и ёмкостью для воды; 2 - измерительное убирающееся колесо; 3 - направление движения

Кроме лабораторий, измеряющих отдельные параметры, выпускается много лабораторий, измеряющих несколько параметров. Так, например, во Франции разработана и выпущена многофункциональная лаборатория SIRANO (рис. 10.26). Она включает в себя:

систему GERPHO - для съёмки состояния покрытия;

APL - для измерения ровности;

RUGOLASER - для измерения шероховатости;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

приборы для определения параметров поперечного профиля;

приборы для измерения радиусов поворота и продольных уклонов.

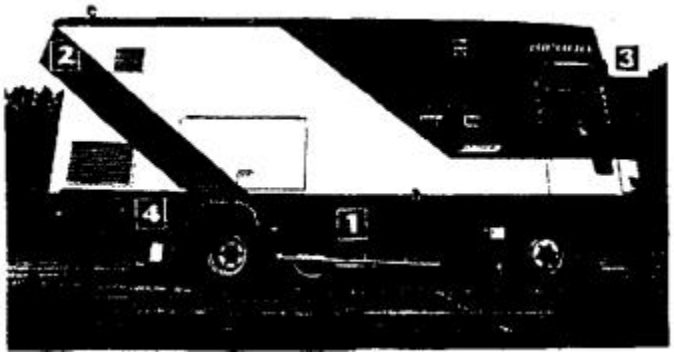


Рис. 10.26. Многофункциональная передвижная лаборатория SIRANO:
1 - анализатор продольного профиля APL-72; 2 - система измерения поперечного профиля; 3 - система GERPHO для съёмки деформаций покрытия; 4 - система RUGOLASER для измерения параметров шероховатости (текстуры) покрытия

В России серийно выпускается передвижная дорожно-диагностическая лаборатория КП-514МП (см. рис. 10.3), где в одном автобусе смонтировано оборудование, позволяющее измерять утлы поворота, радиусы кривых в плане и профиле; поперечные и продольные уклоны; расстояния видимости; высотные отметки; прочность дорожной одежды; ровность; коэффициент сцепления. Все измерения и их обработка автоматизированы, для чего в салоне автобуса установлен бортовой компьютер.

В Канаде, Голландии, Чехии и ряде других стран применяют лабораторию ARAN (Automatic Road Analiser), которая со скоростью 0-110 км/ч позволяет измерять продольную и поперечную ровность полосы шириной 3,6 м, геометрические параметры через систему гироскопов, повреждения поверхности покрытия через систему регистрации видеокамерой (рис. 10.27).

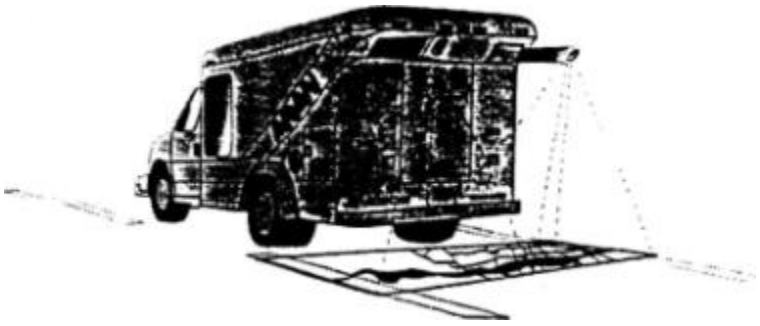


Рис. 10.27. Многофункциональная лаборатория ARAN

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В США и Швеции широко применяется установка Laser RST (Road Surface Tester), которая со скоростью 0-90 км/ч позволяет регистрировать продольную ровность через систему специальных датчиков; поперечный профиль при помощи 11 лазерных датчиков, установленных на балке длиной 3,1 м; элементы плана и продольного профиля трассы при помощи гироскопов; текстуру и повреждения поверхности при помощи лазерных датчиков и др. Следует отметить, что большинство измерений (кроме коэффициента сцепления) выполняют на чистом, сухом покрытии.

Комплексные лаборатории значительно упрощают организацию работ по диагностике состояния дорог.

10.6. Определение состояния земляного полотна

Целью определения состояния земляного полотна и водоотвода является определение количества, видов дефектов и причин их возникновения для последующего принятия решения по их устранению или локализации. Из-за особенностей деформирования элементов часто оценка производится по своим поэлементно не совпадающим специфическим показателям. Однако в целом она производится двумя последовательными операциями: визуальная оценка и инструментальное обследование. Последнее выполняется в случаях, когда данных визуальной оценки оказывается недостаточно для правильного понимания возникшей деформации (разрушения) и, соответственно, выбора технического решения (технологии) по ее ликвидации. Специфический комплекс обследований может быть и при выполнении нестандартных видов работ, например, уширении земляного полотна, в том числе и на участках залегания слабых грунтов.

Если на проезжей части имеются деформации, разрушения, характерные для ослабленного земляного полотна, пучинистые проявления, особенно если влажность грунта рабочего слоя в нерасчетный период года соответствует консистенции $B > 0{,}5$ (табл. 10.7 и 10.8 визуальной оценки типа и состояния грунтов), на проезжей части и обочине по устанавливаемой схеме производится бурение скважин с отбором проб грунта для определения его физических свойств и оценки уровня грунтовых вод.

Таблица 10.7

Грунт	Определение на ощупь при растирании	Сухой грунт	Состояние при скатывании во влажном состоянии	Состояние при сдавливании во влажном состоянии

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Супесь	Преобладают крупные песчаные частицы	Комья легко рассыпаются и крошатся при надавливании	Не скатывается в шнур	Образуется шар, который при лёгком надавливании рассыпается
Супесь мелкая	Преобладают мелкие песчаные частицы	Комья легко рассыпаются и крошатся при надавливании. Сцепления между частицами нет	Трудно скатывается в шнур, который распадается на кусочки диаметром 3-5 мм	Тоже
Супесь пылеватая	При растирании напоминает сухую муку	Тоже	В шнур не скатывается	Шар при сотрясении растекается в лепёшку, выделяя на поверхность капиллярную воду
Суглинистый	Песка на ощупь при растирании мало. Комочки раздавливаются легко	Комья и куски сравнительно тверды, при ударе рассыпаются, образуя мелочь	Длинного шнура не образуется	Шар при сдавливании образует лепёшку с трещинами по краям
Суглинисто-пылеватый	Тоже	Тоже	Длинного шнура не образуется, рвётся на кусочки диаметром 3 мм	Тоже
Тяжелосуглинистый	При растирании в сухом состоянии чувствуется	Комья и куски сравнительно тверды, при ударе	При раскатывании даёт длинный	То же

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	присутствие песчаных частиц в небольшом количестве	рассыпаются, образуя мелочь	шнур диаметром 1-2 мм	
Глина	Песчаные частицы при раскатывании не чувствуются. Комочки раздавливаются с большим трудом	Твёрдый в кусках, при ударе колется на отдельные комья	При раскатывании даёт прочный и длинный шнур диаметром < 1 мм	Легко скатывается в шнур. При сдавливании не образует трещин по краям

Таблица 10.8

Консистенция	Признаки
Суглинки и глины	
Твёрдая $B < 0$	Влажность не ощущается. Грунт разминается с большим усилием. При ударе молотком рассыпается на куски. При растирании пылит
Полутвёрдая $0 < B < 0{,}25$	При сжатии в горсть чувствуется влага и холод. При ударах рассыпается на куски, почти не лепится, но режется ножом
Туго-пластичная $0{,}25 < B < 0{,}5$	В руке ощущается влажность. Большие куски разминаются с трудом. Палец руки слегка оставляет отпечаток, но вдавливается в грунт при сильном нажатии, лепится тяжело
Мягко пластичная $0{,}5 < B < 0{,}75$	Грунт влажный, легко принимает различные формы при лепке. Палец вдавливается в грунт легко на глубину несколько сантиметров

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Текуче - пластичная $0,75 < B < 1,0$	Грунт мокрый, при лепке не держит заданную форму, прилипает к рукам, разминается легко
Текучая $B > 1$	Грунт водонасыщенный, в спокойном состоянии расползается и растекается, способен течь по наклонной плоскости толстым слоем
Супеси	
Твёрдая $B < 0$	Влажность не ощущается. Образец при сжатии в ладони рассыпается, при разрушении пылит
Пластичная $0 < B < 1$	Образец легко разминается рукой, хорошо формируется и сохраняет приданную форму. При сжатии в ладони ощущается влажность
Текучая $B > 1$	Образец легко деформируется от незначительного нажима и растекается

При необходимости ориентировочное значение относительной влажности грунта по этим данным на период её определения может быть рассчитано по формуле

$W_ф = B \times (1 - a) + a$, где
(10.13)

$W_ф$ - фактическая влажность в долях от предела текучести;

B - показатель консистенции грунта, принимаемый по таб. 10.8;

a - коэффициент, принимаемый равным для супесей 0,7-0,75, суглинков - 0,6-0,65, глин - 0,45-0,5. Меньшие значения принимаются по мере увеличения содержания в грунте глинистых частиц. Более точное значение влажности устанавливается в лабораторных условиях согласно требованиям действующих стандартов.

Уровень грунтовых вод определяют при высоте насыпи менее 3 м для песчаных и супесчаных грунтов и менее 6 м при остальных видах грунтов. Глубина бурения скважин не более 3 м. Пробы из скважин по глубине берутся через 0,4 м и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

дополнительно с каждой прослойки толщиной менее 0,4 м, отличающейся геологическим составом и состоянием грунта по влажности.

Состояние земляного полотна под проезжей частью дороги оценивается, в конечном счёте, модулем упругости грунта. Модуль упругости грунта $E_г$ в полевых условиях определяют после вскрытия дорожной одежды. Испытания ведут на поверхности грунта с помощью штамповой установки, имеющей диаметр штампа 50 см. При невозможности проведения полевых испытаний деформативные характеристики грунтов определяют в лабораторных условиях. Для этой цели следует использовать приборы типа рычажных прессов (штамповый лабораторный метод) или стабилометры.

При определении состояния земляного полотна под проезжей частью дороги особое внимание уделяют участкам с пучинообразованиями. Наиболее пучиноопасными являются участки насыпей и выемок в пылеватых грунтах. Кроме этого, образование пучин наиболее часто отмечается в местах:

а) по гидрологическим и гидрогеологическим признакам:

равнинные участки с поверхностным застоем воды в придорожной полосе;

то же, с торфорастительной прослойкой в основании насыпи;

с высоко расположенным горизонтом грунтовых вод;

б) по топографическим, грунтовым, конструктивным и технологическим признакам:

выпуклые и вогнутые переломы продольного профиля;

затяжные уклоны автомобильных дорог;

места пересечения микрологов, узких складок местности;

места примыкания съездов или других нарушений режима потока поверхностной воды по кюветам или боковым канавам;

места водосборов, малых искусственных сооружений;

места выхода грунтовых вод и наледных вод;

места с дефектами при строительстве: перебор в скальной выемке, неправильное взаиморасположение грунтов в насыпи и т.д.;

места пересечения автомобильных дорог с подземными инженерными коммуникациями; места натечных промышленно-хозяйственных вод и стоков.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Практика показывает, что первые три разновидности характерны для участков пучин большой протяженности, остальные - для локальных пучин.

Выявление и предварительное обследование пучинистых участков проводят визуальным осмотром дороги в зимне-весенний период, в том числе после того как покрытие очистилось от снега. Работы проводят для определения характера поражения участков дороги пучинами, степени их развития. Оценивают возможные причины образования пучин (состояние водоотвода, наличие общей трещиноватости покрытия проезжей части, состояние обочин, рельеф местности и т.д.), снижение прочности дорожной конструкции, необходимость введения неотложных мероприятий (закрытие дороги, ограничение движения и т.д.) для исключения интенсивного разрушения дорожной конструкции. По результатам анализа данных предварительного обследования назначают мероприятия по борьбе с пучинами.

Детальное обследование участков с пучинами проводят в случае, если на стадии предварительного обследования не удается установить причины образования пучин и выбрать мероприятия для их ликвидации. Детальное обследование включает нивелирование и полевые инженерно-геологические работы. Нивелировочные работы проводят с целью определения величины поднятия дорожной одежды при относительно равномерном пучении и при отсутствии явных визуальных примет пучинообразования. Существование относительно равномерного пучения может быть выявлено на данном участке или вблизи него по наличию деформаций пучения в виде перепадов. Для выяснения вопроса о необходимости проведения противопучинных мероприятий полученную при нивелировочных работах величину пучения сравнивают с допустимой.

Полевые инженерно-геологические работы состоят в бурении скважин с отбором проб материала дренирующего слоя и грунта насыпи для определения физических свойств, определения уровня грунтовых вод, оценки границы глубины промерзания, развития прослоек льда как непосредственно в местах пучинообразований, так и на соседних участках, где нет пучин. Отбор проб грунта производят не реже чем через 0,5 м. Скважины бурят на глубину до 2,5 м.

В условиях необходимости уширения грунтовые и гидрологические обследования земляного полотна и его основания выполняют на основе данных проходки скважин.

Скважины бурят со стороны уширения (или с двух сторон при двустороннем уширении) до уровня грунтовых вод, но не меньше чем на 0,5 м ниже глубины промерзания. При отсутствии грунтовых вод глубина бурения ниже подошвы насыпи должна составить:

для глин, суглинков тяжёлых и тяжёлых пылеватых - глубина промерзания плюс 2,5 м;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

для суглинков лёгких, лёгких пылеватых, супесей тяжёлых пылеватых и пылеватых - глубина промерзания плюс 2,0 м;

для супесей лёгких, лёгких крупных и песков пылеватых - глубина промерзания плюс 1,5 м.

Скважины на слабом основании бурят до прочных (коренных) грунтов, но не менее чем на 0,5 м ниже глубины промерзания. Скважины под трубы бурят до прочных грунтов, но не менее 5 м.

Из каждой скважины для каждой разновидности грунта отбирают пробы для определения физических характеристик и сопротивляемости грунта сдвигу.

Инструментальные обследования и оценка устойчивости производятся для откосов, имеющих нарушения, выявленные в процессе визуального осмотра и по своим размерам и характеру не подлежащих исправлению при текущем ремонте. Оценка производится по каждому виду нарушения в зависимости от его характера: нарушение местной устойчивости или нарушение общей устойчивости. При этом инструментальному обследованию подлежат на неукреплённых откосах места со значительным разрушением поверхности в виде сплывов больших масс грунта, глубоких размывов, обрушений и т.п.; на укрепленных откосах - места со значительными разрушениями поверхности укрепления трещиноватостью, связанной со сползанием слоев укрепления или их температурной деформацией, вспучиванием слоев укрепления и т.п. Необходимые для оценки физические свойства грунтов определяют согласно действующим стандартам в лабораторных условиях. Пробы грунта отбираются непосредственно с мест нарушений по известным правилам.

Прочностные характеристики - угол внутреннего трения j и сцепление C оцениваются в полевых условиях. При невозможности определения этих характеристик непосредственно на дороге их значения устанавливают в лаборатории при влажности грунта, соответствующей периоду образования деформаций или разрушений.

Уровень грунтовых вод определяют бурением скважин, уклон обочин и угол заложения откосов, высоту насыпи (выемки), продольный и поперечный уклон резервов, боковых канав - нивелированием обочин, откосов, резервов и боковых канав в местах, отмеченных разрушений и деформаций земляного полотна и на прилегающих участках. Номенклатура необходимых определений приведена в табл. 10.9.

Таблица 10.9

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

№ п/п	Показатель	Откосы насыпей и выемок при деформации		
		оползни, сплывы, оплывины	суффозия, размывы	потеря общей устойчивости
1	Угол внутреннего трения грунта в основании насыпи (выемки)	-	-	+
2	Угол внутреннего трения грунта на откосе	+	-	+
3	Сцепление грунта в основании насыпи (выемки)	-	-	+
4	Сцепление грунта на откосе	+	-	+
5	Уровень грунтовых вод	-	+	+
6	Угол заложения откоса	+	+	+
7	Состояние укрепления откоса	+	+	-
8	Высота насыпи	+	+	+
9	Уклон обочин	-	+	-
10	Ширина укрепления обочин	-	+	-
11	Продольный уклон резерва, полосы отвода	-	-	+

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

12	Поперечный уклон резерва, полосы отвода	-	-	+
13	Физические свойства грунтов	+	+	+

Оценка местной устойчивости откосов заключается в сравнении их коэффициентов запаса, полученных расчётным путём на основе опытных данных, с требуемыми значениями. Она производится отдельно по каждому из отмечаемых видов её нарушения. Общая устойчивость откосов оценивается по табл. 10.10 в зависимости от местных грунтовых условий.

Таблица 10.10

Метод расчёта	Откос насыпи, выемки	Условия применения
Метод круглоцилиндрических поверхностей вращения	Насыпь, выемка	Однородный безводный или обводнённый откос при заведомо прочном основании. Поверхность скольжения близка к цилиндрической
Метод плоских поверхностей скольжения (метод Маслова-Берера, метод Шахунянца)	Выемка	Слоистый безводный или обводнённый откос с горизонтальными слоями или с падением слоев в сторону выемки при заведомо прочном основании. Поверхность скольжения определяется слоистым строением откоса
Комплексный расчёт по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения и методу плоских поверхностей скольжения	Насыпь	Слоистый безводный или обводнённый откос при заведомо прочном основании, но в случае, когда трудно установить форму поверхности скольжения (форму нарушения)
Комплексный расчёт по методу круглоцилиндрических поверхностей	Выемка	Слоистый безводный или обводнённый откос при заведомо прочном основании, но в случае, когда трудно установить форму нарушения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

скольжения, методу плоских поверхностей скольжения и методу Fp		
Расчёт на выдавливание (по коэффициенту безопасности) основания	Насыпь, выемка	Применяется в комплексе с любым из методов, указанных в данной таблице, во всех случаях, когда заранее нет уверенности в абсолютной устойчивости основания откоса

Обследование состояния водоотвода предпочтительнее проводить в весенне-осенний периоды года, когда недостатки водоотводных сооружений проявляются особенно резко. Основной объём обследования производят визуально. При обследовании фиксируют состояние водоотводных сооружений, характер и объем деформаций и разрушений для последующего определения вида и объёма ремонтных работ, фиксируют степень засорения сооружений мусором, зарастания травой и кустарником, также определяющую стоковую способность сооружений.

Определение работоспособности выпускных труб из водосборных колодцев проводят путём заполнения колодца водой с помощью поливомоечной машины или вручную и последующего наблюдения за интенсивностью выхода воды из выпускной трубы.

Нахождение места повреждения или закупорки выпускной трубы из дренажей или колодцев производят проталкиванием в трубу металлического стержня, составленного из небольших по длине свинчивающихся звеньев. При отсутствии такого стержня используют стальную проволоку, свитую из двух-трёх нитей. Эффективным средством для осмотра места повреждения трубы может быть применение просвечивания с помощью электрической лампочки, привязанной к металлическому стержню и питающуюся от аккумулятора.

Определение продольного профиля дня водоотводных канав, кюветов и других подобных водоотводных сооружений производят путём его нивелирования в сторону уклона от начала застоя воды (поврежденного участка) до ближайшей водопропускной трубы или (если это достаточно) до ближайшего участка, где выдержан требуемый продольный уклон. Отметки рельефа дна следует брать на всех его переломах, но не реже чем через 10 м.

На участках длительно стоящих поверхностных вод у низких (до 2,5 м), сложенных связными грунтами насыпей следует замерить расстояние от бровки земляного полотна до уреза воды.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

РАЗДЕЛ IV
СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ ДОРОГ И ИХ ПЛАНИРОВАНИЕ

ГЛАВА 11. Классификация и планирование работ по содержанию и ремонту дорог

11.1. Основные принципы классификации работ по ремонту и содержанию

Автомобильные дороги предназначены для удовлетворения потребностей народного хозяйства и населения в автомобильных перевозках грузов и пассажиров, в реализации конституционных прав каждого человека на свободу перемещения. Чтобы выполнить свое функциональное назначение, автомобильные дороги должны обладать необходимыми для пользователей потребительскими свойствами, главными из которых являются: обеспечиваемые дорогой скорость и уровень загрузки, способность пропускать автомобили и автопоезда с установленными осевыми нагрузками, общей массой и габаритами, экологическая и эргономическая безопасность, эстетические и другие свойства.

Любая автомобильная дорога после строительства или реконструкции и ввода её в эксплуатацию требует постоянного надзора, ухода, содержания, систематического мелкого и периодического более крупного ремонта. Без этих мероприятий автомобильная дорога, какой бы технический уровень и качество строительства она не имела, будет сначала постепенно, а затем всё быстрее и быстрее необратимо деформироваться и разрушаться.

В процессе эксплуатации дороги работы по ремонту и содержанию должны не просто восстанавливать и сохранять первоначальные технические параметры и характеристики, рассчитанные по нормам многолетней давности, а непрерывно улучшать и совершенствовать их, чтобы поддерживать транспортно-эксплуатационное состояние дороги в соответствии с современными требованиями безопасного и удобного движения автомобилей с установленными скоростями, нагрузками и габаритами. В этом состоит принципиальное отличие эксплуатационного содержания автомобильной дороги от аналогичного содержания других зданий и сооружений производственного значения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Дорожные организации ежегодно выполняют большие объёмы работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог, без которых дорожная сеть любой страны в короткие сроки может прекратить нормальное функционирование.

Возникающие деформации и разрушения дорожных одежд и покрытий, земляного полотна и системы водоотвода, искусственных сооружений и инженерного оборудования и обустройства весьма разнообразны по характеру, размерам и объёмам. Их устранение требует проведения ремонтных работ, различных по сложности, объёмам, местам расположения и срокам выполнения. Некоторые деформации и разрушения должны быть немедленно устранены, другие накапливаются постепенно и могут устраняться через определённые промежутки времени. Часть ремонтных работ может быть выполнена без помех автомобильному движению. Другие требуют ограничения, переноса на другие дороги или остановки автомобильного движения. Выполняемые работы и мероприятия различаются по стоимости, повторяемости, воздействию на транспортно-эксплуатационное состояние дороги, продолжительности этого воздействия, технологии выполнения и другим признакам. Количество видов ремонта и состав работ может периодически изменяться в зависимости от технических, экономических и других требований условий и обстоятельств.

Все это, вместе взятое, вызывает необходимость разделения дорожных работ по видам и группам в зависимости от характера, размеров и объёмов работ. В этом заключается их классификация. Цель классификации состоит в установлении основных принципов определения видов и состава работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог, которыми следует руководствоваться при разработке технической документации на выполнение дорожно-ремонтных работ и при планировании затрат на них.

В мировой практике существует большое количество различных классификаций дорожных работ, в которых обычно выделяют виды или группы работ в целом по дороге или по отдельным элементам. По каждому виду ремонта и элементу дороги определяют состав работ, относящихся к данному виду ремонта.

Вид или группа ремонта - это особая характеристика работ, выполняемых в рамках данного вида ремонта. **Состав работ** - это конкретный перечень дорожных работ по каждому элементу дороги в процессе ремонта. По характеру, объёму и результатам дорожных работ их можно разделить на следующие виды: содержание, ремонт, реконструкция и строительство дорог.

Существует и более детальное деление дорожных работ на виды. Так, например, в некоторых странах понятие «ремонт дорог» разделяют на текущий, средний и капитальный ремонт. В других дают более детальное разделение понятие «реконструкция дорог». Наиболее часто применяется следующая классификация дорожно-ремонтных работ: содержание (включая текущий ремонт), ремонты разного уровня и реконструкция.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Содержание дорог и текущий ремонт. Содержание дорог - это выполняемый в течение всего года комплекс профилактических работ по уходу за дорогой, профилактике, устранению и мелкому ремонту деформаций и повреждений конструктивных элементов дорог, а также по организации и регулированию движения, в результате которых сохраняются либо улучшаются транспортно-эксплуатационные качества дорог и дорожных сооружений. Таким образом, содержание дорог включает в себя и мелкий текущий ремонт. Основная задача содержания дорог состоит в сохранении, поддержании транспортно-эксплуатационных качеств дорог и уровня организации движения путём систематического ухода за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, содержания их в чистоте и порядке, ликвидации возникающих в процессе эксплуатации мелких повреждений дорог и дорожных сооружений.

Затраты на содержание дорог колеблются в значительных пределах в зависимости от категории и класса дороги, интенсивности движения, природно-климатических условий района проложения дороги, срока службы и транспортно-эксплуатационного состояния.

Всемирный банк установил среднюю стоимость работ по текущему содержанию дорог в среднем 1000 долларов США на 1 км в год. Эту сумму можно считать нормативной для дорог с малой интенсивностью движения и покрытиями, которые находятся в состоянии между удовлетворительным и хорошим.

Ремонт автомобильных дорог. Под ним обычно имеют в виду комплекс работ по восстановлению проектных параметров и повышению первоначальных транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и дорожных сооружений, т.е. работы по возмещению износа дорожного покрытия, улучшению его ровности, сцепных качеств и шероховатости, усилению и уширению дорожной одежды, земляного полотна и дорожных сооружений; восстановлению изношенных конструкций и деталей или их замене на более прочные и экономичные, а также работы по инженерному оборудованию и обустройству дорог, в результате которых улучшаются и повышаются транспортно-эксплуатационные характеристики дороги и дорожных сооружений.

Существуют различные точки зрения и подходы к определению того уровня, до которого в процессе ремонта должны быть восстановлены или повышены утерянные свойства и характеристики дороги.

Первый подход состоит в том, что в процессе ремонта свойства и характеристики эксплуатируемой дороги должны быть восстановлены или повышены до первоначального, проектного уровня. В этом случае ремонтируются и восстанавливаются только переменные параметры и характеристики дороги и устраняются повреждения её элементов и обустройства. Прежде всего восстанавливается прочность дорожной одежды, ровность, шероховатость и сцепные качества покрытий, устраняются повреждения земляного полотна,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

системы водоотвода, дорожных сооружений, инженерного оборудования и обустройства дороги.

Геометрические параметры, которые относятся к постоянным, изменению не подлежат (уширение проезжей части и земляного полотна, увеличение радиусов кривых и смягчение продольных уклонов и т.д.). Такой подход приемлем к относительно новым дорогам, отработавшим первый межремонтный срок, а также и к старым дорогам с хорошими геометрическими параметрами, если на них сохранился или мало изменился по интенсивности и составу транспортный поток. Однако его нельзя применять к автомобильным дорогам, построенным много десятилетий назад. За это время меняется несколько поколений автомобилей, существенно повышаются их динамические и эксплуатационные качества, изменяются требования водителей к параметрам, характеристикам и обустройству дорог, к их экологическим, эстетическим и экономическим качествам. Как правило, возрастает интенсивность движения, изменяются и нормативные требования к параметрам и характеристикам дорог каждой категории и класса.

Чтобы удовлетворить эти требования, во многих случаях необходимо не просто восстановить первоначальные проектные параметры и характеристики многолетней давности, но и существенно повысить, улучшить их. По существу такие работы носят реконструктивный характер, но значительная часть из них может выполняться в рамках ремонта. Поэтому второй подход состоит в том, что при ремонте должны быть улучшены и повышены транспортно-эксплуатационные характеристики и технические параметры ремонтируемой дороги в пределах норм, соответствующих категории или классу дороги по обеспеченной скорости и интенсивности движения. Это означает, что в процессе ремонта может быть выполнено уширение проезжей части и земляного полотна, смягчение продольных уклонов, спрямление трассы и увеличение радиусов кривых в плане и профиле на тех участках, где они не отвечают нормативным требованиям для дороги данной категории или класса.

В том случае, когда фактическая интенсивность и состав движения превысили допустимый для дороги данной категории или класса предел - необходим уже не ремонт, а реконструкция дороги.

Обычно в состав работ по ремонту дорог входит и часть работ, имеющих реконструктивный характер, доля которых в разных странах существенно отличается.

Классификация дорожных работ Всемирным банком. Всемирный банк, который оказывает помощь многим странам в развитии и содержании сети автомобильных дорог, установил более детальную классификацию дорожных работ и определил их ориентировочную стоимость.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Текущее содержание - работы, которые, как правило, проводятся не менее одного раза в год. К ним относят ремонт отдельных мест на проезжей части и обочинах; регулярный надзор за сооружениями системы водоотвода; ремонт откосов земляного полотна, ограждений дорожных знаков; уборку придорожной полосы и мест стоянок автомобилей; уход за древесными насаждениями, борьбу с пылью, снежными и песчаными заносами. Как правило, затраты на один километр дороги в год составляют от 200-300 долларов до 5 и более тысяч долларов.

Текущий ремонт и восстановление покрытий - устройство гравийных покрытий, ремонт покрытий в целях устранения поверхностных деформаций и восстановление технико-эксплуатационных качеств покрытий (укладка нового слоя асфальтобетона, устройство тонких слоев износа, поверхностная обработка). Такие работы необходимы при переходе покрытия из хорошего состояния в удовлетворительное. Стоимость этих работ колеблется от 10 до 40 и более тысяч долларов за один километр в год.

Капитальный ремонт - выборочный ремонт отдельных участков покрытия, восстановление поперечного профиля проезжей части и земляного полотна; улучшение системы водоотвода с восстановлением прочности и условий проезда по искусственным сооружениям. Стоимость работ может варьироваться от 30 000 долларов за километр дороги без твердых одежд и более 200 000 долларов за километр для дорог с одеждами, быстро возрастая по мере состояния покрытия от удовлетворительного к плохому.

Реконструкция - работы, обычно проводимые на дорогах, находящихся в плохом состоянии. Они заключаются в обновлении дорожной одежды с использованием существующего земляного полотна без изменения трассы, но с восстановлением искусственных сооружений. Стоимость работ может колебаться в широких пределах: от 45 000 до 300 000 долларов и более за один километр.

Реабилитация (восстановление) - большие работы, сочетающие элементы капитального ремонта и реконструкции, стоимостью от 30 000 до 200 000 долларов за один километр.

Усиление - утолщение дорожной одежды, включающее укладку нового слоя покрытия, которое может сочетаться с термопрофилированием существующего асфальтобетонного покрытия. Стоимость работ по одной полосе проезжей части может составлять от 10 000 до 50 000 долларов и выше за один километр.

Улучшение или перестройка дороги - работы, проводимые в целях повышения скорости и безопасности движения и увеличения пропускной способности и включающие уширение дороги, улучшение её прокладки на местности с увеличением радиусов кривых или снижением продольных уклонов, устройством нового земляного полотна и дорожной одежды. Перестройку не относят к категории работ по эксплуатации дорог. Стоимость работ может колебаться в

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

широких пределах в зависимости от категории или класса дороги, рельефа местности, природно-климатических и других условий.

Новое строительство - постройка дорог по новым направлениям.

Стоимость постройки новых дорог колеблется от менее чем 50 000 долларов за километр гравийных дорог до 1 млн. долларов и более за километр четырёхполосной автомобильной магистрали с развязками в разных уровнях.

Такова, в общем, классификация всех дорожных работ, принятая Всемирным банком. Она достаточно сложна для практического применения и поэтому во многих странах имеется более простое деление на виды работ по ремонту и содержанию дорог.

11.2. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования

Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог существует с начала организации дорожно-эксплуатационной службы, т.е. практически со времени начала автогужевого движения по автомобильным дорогам в конце 20-х гг. прошлого столетия.

Многие годы, практически до 1988 г. в России действовала классификация работ по ремонту и содержанию дорог, которая разделяла их на следующие виды: капитальный ремонт, средний ремонт, текущий ремонт и содержание. В течение этого времени классификация неоднократно корректировалась, изменялось её название, состав и объёмы работ по видам ремонта, но виды ремонта оставались неизменными, так же как и порядок финансирования дорожных работ.

В 1988 г. бывшим Министерством автомобильных дорог РСФСР была утверждена «Временная классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», в которой впервые все работы по ремонту и содержанию дорог были разделены на два вида: ремонт и содержание. При этом в состав работ **по ремонту** были включены практически все работы среднего ремонта и часть работ капитального ремонта ранее действующей классификации. В состав работ **по содержанию дорог** были включены почти все работы по содержанию и текущему ремонту ранее действующей классификации.

В 1994 г. Федеральный дорожный департамент Министерства транспорта Российской Федерации взамен временной классификации утвердил «Классификацию работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», в которой были сохранены две группы работ: ремонт и содержание, в составы которых внесены коррективы, направленные на исключение работ реконструктивного характера, наиболее трудоёмких и дорогостоящих работ.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В 1997 г. приказом Федеральной дорожной службы России была утверждена «Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», которая сохранила деление работ на две группы с некоторыми изменениями по их составам и объёмам.

Опыт прошедших с 1998 г. лет показал, что объединение работ среднего и капитального ремонтов в одну группу привело к существенной неравноценности ряда работ по стоимости, частоте проведения и влиянию на транспортно-эксплуатационное состояние дорог, а исключение работ, входящих ранее в капитальный ремонт, заметно ограничило возможности приведения этого состояния в соответствие с требованиями обеспечения безопасности движения, пропускной способности при возрастающей интенсивности и доли тяжёлых многоосных автомобилей.

Указанные недостатки классификации не позволяют гибко и оптимально расходовать ограниченные средства, выделяемые на ремонт и содержание сети автомобильных дорог, состояние которых за последние годы остается на низком уровне. Значительная часть автомобильных дорог России изношена, нуждается в ремонте и восстановлении, многие дороги перегружены движением; имеется большое количество мест концентрации дорожно-транспортных происшествий, одной из причин которых являются недостатки состояния дорог.

Объёмы и состав выполняемых работ по ремонту и содержанию дорог намного меньше требуемых. В российской литературе появился даже новый термин «недоремонт», отсутствующий в иностранных языках. Изменились условия финансирования дорожных работ.

Необходимы большие усилия и затраты, направленные на улучшение состояния сети автомобильных дорог и их поддержание на уровне возросших требований. Новая, действующая в настоящее время «Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования» согласована Министерством финансов и Министерством экономического развития и торговли Российской Федерации и утверждена распоряжением Государственной службы дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. Введена в действие с 1.01.2002 г.

Общие положения классификации. Классификация разработана группой учёных и специалистов в составе: проф., д-р техн. наук А.П. Васильева (научный руководитель), проф., д-р. техн. наук Ю.М. Яковлева, канд. техн. наук М.Г. Горячева (МАДИ-ГТУ), с участием ИЛ. Урманова, Н.А. Секачёвой, канд. экон. наук А.А. Гейдта, канд. техн. наук В.В. Иванова (Росавтодор), канд. техн. наук В.И. Шестерикова и М.И. Шейнцвита (ГП "Росдорнии").

Классификация предусматривает следующие виды работ по ремонту и содержанию дорог: капитальный ремонт, ремонт и содержание, своевременное и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

полное выполнение которых необходимо, чтобы сохранять и поддерживать транспортно-эксплуатационное состояние дороги в течение всего срока эксплуатации на уровне, обеспечивающем установленные для данной категории требования к потребительским свойствам дороги.

Протяжённость автомобильных дорог, подлежащих ремонту в целом по сети федеральных автомобильных дорог и автомобильных дорог общего пользования субъектов Российской Федерации, определяется на основании результатов диагностики и оценки состояния дорог и дорожных сооружений с учётом действующих межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий.

Протяжённость конкретных дорог и участков дорог, подлежащих тому или иному виду ремонта, и сроки их выполнения определяются путём сопоставления фактического состояния дороги и дорожных сооружений с установленными критериями для назначения соответствующих видов ремонта.

Требуемый вид ремонта, состав и объёмы работ по ремонту каждой автомобильной дороги и участка дороги, а также по каждому дорожному сооружению устанавливают на основании результатов диагностики и оценки их фактического состояния, инженерных изысканий, испытаний и обследований, ведомостей дефектов и других документов, содержащих оценку фактического состояния дорог и дорожных сооружений в объёме, позволяющем сопоставить это состояние с критериями назначения соответствующего вида ремонта.

Все существующие классификации работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог исходят из того, что главным элементом дороги является проезжая часть с дорожной одеждой и покрытием. По состоянию этого элемента устанавливаются межремонтные сроки, определяется вид ремонта и состав основных работ по каждому виду ремонта. Вид ремонта и состав работ по остальным элементам дороги (земляное полотно, искусственные сооружения и т.д.) определяют по аналогии с работами по ремонту и содержанию проезжей части. Этот подход сохранен и при разработке новой классификации дорожно-ремонтных работ, в которой даны определения, установлены задачи, критерии назначения и состав работ и мероприятий по каждому виду ремонта и содержанию дорог и дорожных сооружений.

Реконструкция дороги - это увеличение ее пропускной способности и несущей способности путем изменения на отдельных участках плана и продольного профиля, коренного переустройства дорожной одежды, земляного полотна и дорожных сооружений, как правило, с переводом в более высокую категорию, при котором параметры и характеристики дороги повышаются до уровня, позволяющего при возросшей и прогнозируемой на перспективу интенсивности движения обеспечить нормативные требования к потребительским свойствам дорог и дорожных сооружений на период до очередной реконструкции. Реконструкция

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

является отдельным этапом развития и совершенствования дорожной сети и в настоящей классификации не рассматривается.

Капитальный ремонт автомобильной дороги - комплекс работ, при котором производится восстановление и повышение работоспособности дорожной одежды и покрытия, земляного полотна и дорожных сооружений, осуществляется смена изношенных конструкций и деталей или замена их на более прочные и долговечные, в необходимых случаях повышаются геометрические параметры дороги с учётом роста интенсивности движения и осевых нагрузок автомобилей в пределах норм, соответствующих категории, установленной для ремонтируемой дороги, без увеличения ширины земляного полотна на основном протяжении дороги.

Задача капитального ремонта состоит в полном восстановлении и повышении транспортно-эксплуатационного состояния дороги до уровня, позволяющего обеспечить нормативные требования к потребительским свойствам в период до очередного капитального ремонта при интенсивности движения, соответствующей расчётной для данной категории дороги, при превышении которой необходима реконструкция дороги с переводом в более высокую категорию.

Критерием для назначения капитального ремонта является такое транспортно-эксплуатационное состояние дороги, при котором прочность дорожной одежды снизилась до предельно допустимого значения или параметры и характеристики других элементов дороги и дорожных сооружений не удовлетворяют возросшим требованиям движения настолько, что невозможно или экономически нецелесообразно приводить их в соответствие с указанными требованиями посредством работ по ремонту и содержанию.

Ремонт автомобильной дороги - комплекс работ по воспроизводству её первоначальных транспортно-эксплуатационных характеристик, при котором производится возмещение износа покрытия, восстановление и улучшение его ровности и сцепных качеств, устранение всех деформаций и повреждений дорожного покрытия, земляного полотна, дорожных сооружений, элементов обстановки и обустройства дороги, организации и обеспечения безопасности движения. При этом под первоначальными понимаются транспортно-эксплуатационные характеристики и потребительские свойства дороги и дорожных сооружений в момент сдачи в эксплуатацию после строительства, реконструкции или капитального ремонта.

Задача ремонта состоит в восстановлении транспортно-эксплуатационного состояния дороги и дорожных сооружений до уровня, позволяющего обеспечить выполнение нормативных требований к их потребительским свойствам в период до очередного ремонта при интенсивности движения, не превышающей расчётную для данной категории дороги.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Критерием для назначения ремонта дороги является такое состояние дорожного покрытия, при котором его ровность и сцепные качества снизились до предельно допустимых значений или когда на других элементах дороги и дорожных сооружениях накопились деформации и разрушения, устранение которых работами по содержанию дороги невозможно или экономически нецелесообразно.

Содержание автомобильной дороги - выполняемый в течение всего года (с учётом сезона) на всём протяжении дороги комплекс работ по уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, по профилактике и устранению постоянно возникающих мелких повреждений, по организации и обеспечению безопасности движения, а также по зимнему содержанию и озеленению дороги.

Задача содержания состоит в обеспечении сохранности дороги и дорожных сооружений и поддержании их состояния в соответствии с требованиями, допустимыми по условиям обеспечения непрерывного и безопасного движения в любое время года.

Зимнее содержание дороги - работы и мероприятия по защите дороги в зимний период от снежных отложений, заносов и лавин, очистке от снега, предупреждению образования и ликвидации зимней скользкости и борьбе с наледями.

Озеленение дороги - работы по созданию лесных насаждений и посеву трав в полосе отвода, необходимых для защиты от снежных и песчаных заносов, ветровой и водной эрозии, для эстетического и архитектурно-художественного оформления дороги, а также работы по уходу за элементами озеленения.

Капитальный ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений. Капитальный ремонт, как правило, должен производиться комплексно по всем сооружениям и элементам дороги на всём протяжении ремонтируемого участка дороги. Допускается при соответствующем обосновании проведение выборочного капитального ремонта отдельных участков и элементов дороги, а также дорожных сооружений.

Капитальный ремонт выполняется в соответствии с разработанной и утверждённой в установленном порядке проектно-сметной документацией. Капитальный ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений, подвергшихся разрушению в результате обстоятельств непреодолимой силы (чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, передислокация воинских формирований и др.), разрешается выполнять по ведомостям дефектов и исполнительным сметам в установленном порядке.

В состав капитального ремонта могут быть включены работы по ремонту и содержанию элементов дороги и дорожных сооружений на ремонтируемом

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

участке, состояние которых не требует капитального ремонта, если указанные работы не были выполнены до начала капитального ремонта.

К капитальному ремонту автомобильных дорог и дорожных сооружений относятся следующие работы:

По земляному полотну и водоотводу:

поднятие земляного полотна на подтопляемых и снегозаносимых участках; перестройка пучинистых, оползневых и обвальных участков;

усиление земляного полотна с заменой грунтов, устройство изолирующих и армирующих прослоек;

устройство новых дренажей, системы водоотвода (в том числе прикромочных и телескопических лотков), осушительных канав, берегозащитных и противоэрозионных сооружений, водобойных колодцев, ливневой канализации;

исправление параметров земляного полотна на отдельных участках с доведением его геометрических параметров до норм, соответствующих категории, установленной для ремонтируемой дороги (смягчение продольных уклонов, обеспечение видимости в плане и продольном профиле, увеличение радиусов вертикальных и горизонтальных кривых, устройство виражей);

устройство земляного полотна и водоотвода на пересечениях и примыканиях, площадках для остановки, стоянках автомобилей, площадках для отдыха, разворотных площадках, тротуарах, пешеходных и велосипедных дорожках, отдельных переездах, съездах, подъездных дорогах к объектам дорожно-ремонтной службы, историческим и достопримечательным местам, паромным переправам;

отвод в постоянное и временное пользование земель, необходимых для обеспечения работ по капитальному ремонту.

По дорожным одеждам:

усиление дорожных одежд с исправлением продольных и поперечных неровностей, укладкой дополнительных слоев основания и покрытия (в том числе с использованием армирующих, изолирующих, дренирующих и других материалов);

устройство более совершенных типов покрытий с использованием существующих дорожных одежд в качестве основания; перекрытие изношенных цементобетонных покрытий слоями из цементобетона или асфальтобетона;

уширение дорожной одежды до норм, соответствующих категории ремонтируемой дороги;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

устройство вновь бордюров и укрепительных полос по краям усовершенствованных покрытий;

устройство вновь дорожных одежд в местах исправления и перестройки земляного полотна, на пересечениях и примыканиях, разворотных площадках, на тротуарах, пешеходных и велосипедных дорожках, отдельных переездах, съездах, подъездных дорогах к объектам дорожно-ремонтной службы, на объездах ремонтируемых дорог и подъездных дорогах к паромным переправам;

ликвидация колей глубиной более 45 мм с заменой нестабильных слоев дорожной одежды методами фрезерования и регенерации на ширину полос наката или на всю ширину покрытия с укладкой одного или нескольких слоев сдвигоустойчивого асфальтобетона;

сплошное перемощение мостовых с полной или частичной заменой песчаного основания.

По обустройству дорог, организации и обеспечению безопасности движения:

устройство вновь недостающих остановочных и посадочных площадок и автопавильонов на автобусных остановках, туалетов, площадок для остановки или стоянки автомобилей с обустройством для отдыха участников движения, смотровыми ямами или эстакадами;

устройство переходно-скоростных полос и разделительных островков на съездах и въездах, пересечениях и примыканиях, на автобусных остановках, а также дополнительных полос для движения тихоходного транспорта на подъёмах; устройство аварийных улавливающих съездов (карманов) на затяжных спусках;

устройство пешеходных переходов (в том числе в разных уровнях), тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек, шумозащитных сооружений на участках дорог, проходящих в пределах населённых пунктов;

переустройство существующих пересечений и примыканий в одном уровне в более совершенные узлы в одном уровне; улучшение параметров и устройство дополнительных въездов и съездов на существующих пересечениях и примыканиях в разных уровнях;

устройство электроосвещения на отдельных участках дорог, мостах, путепроводах и паромных переправах, в тоннелях, сооружение линейной телеграфной (телетайпной) или радиосвязи и других средств технологической и сигнально-вызывной связи, кабельных сетей;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

устройство (монтаж) новых и переустройство существующих средств организации и регулирования движения на пересечениях автомобильных дорог с автомобильными и железными дорогами;

устройство систем мониторинга состояния дорог и условий движения, диспетчерского и автоматизированного управления движением с применением дистанционно управляемых знаков и табло со сменной информацией, светофоров и систем автоматики и телемеханики;

нанесение и удаление временной разметки на период капитального ремонта, нанесение постоянной разметки после капитального ремонта.

Прочие работы по капитальному ремонту:

изыскание и освоение резервов грунта и месторождений местных каменных материалов для производства ремонтных работ, устройство подъездных дорог и железнодорожных тупиков к производственным базам и карьерам, высоковольтных ЛЭП для энергообеспечения; устройство площадок для складирования дорожно-строительных материалов, устройство и ликвидация временных объездов ремонтируемых участков, а также ликвидация объездов участков дорог, разрушенных стихийными бедствиями;

природоохранные мероприятия, рекультивация временной полосы отвода, рекультивация земель, ранее занятых под карьерами, резервами, объездными дорогами, ненужными участками дорог, дорожными сооружениями и производственными объектами и др.;

разработка проектно-сметной документации на капитальный ремонт дороги и дорожных сооружений и её экспертиза, разработка документации по отводу земель; инженерное и научно-техническое сопровождение проектирования и выполнения работ по капитальному ремонту.

Ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений. Ремонт производится комплексно по всем элементам и сооружениям на отдельных участках (перегонах) ремонтируемой дороги. Допускается проведение выборочного ремонта отдельных элементов дороги или дорожных сооружений.

Ремонт, как правило, осуществляется в соответствии с проектно-сметной документацией, разрабатываемой на основе материалов диагностики и оценки состояния дорог или инженерных изысканий. При выполнении отдельных видов работ допускается взамен проекта разработка сметной документации на основании результатов диагностики и оценки состояния дорог или ведомостей дефектов с приложением или без приложения чертежей и описания технических решений.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В состав ремонта могут включаться работы по содержанию тех элементов дороги и дорожных сооружений в пределах ремонтируемого участка, которые не требуют ремонта, если указанные работы не были выполнены до его начала.

К ремонту автомобильных дорог и дорожных сооружений относятся следующие работы:

По земляному полотну и водоотводу:

восстановление размытых и разрушенных участков, в том числе вследствие пучинообразования и оползневых явлений; очистка обвалов, оползней и селевых выносов;

уменьшение крутизны откосов насыпей и выемок, засев травами откосов земляного полотна и резервов с проведением необходимых агротехнических мероприятий по созданию устойчивого дернового покрытия; укрепительные и другие работы, обеспечивающие устойчивость земляного полотна;

поднятие небольших по протяжённости участков земляного полотна на сырых или снегозаносимых местах, ликвидация небольших пучинистых участков;

раскрытие снегозаносимых выемок, устройство аккумуляционных полок, срезка откосов выемок для обеспечения видимости на кривых в плане и для размещения сбрасываемого снега, устройство грунтовых банкетов и берм для защиты откосов от размывов и для задержания приносимого снега;

восстановление земляного полотна и водоотвода на пересечениях и примыканиях, площадках для остановки, стоянках автомобилей, подъездных дорогах к объектам дорожно-ремонтной службы, достопримечательным местам, паромным переправам и т.п.;

сплошная прочистка водоотводных канав, устройство новых канав, укрепление стенок и дна канав на участках, подверженных размыву;

исправление и восстановление дренажных, защитных и укрепительных устройств, водоотводных лотков, быстротоков и водобойных колодцев, подводящих и отводящих русел у мостов и труб, ливневой канализации; восстановление берегозащитных и противоэрозионных сооружений;

подсыпка и укрепление обочин;

отвод в постоянное и временное пользование земель, необходимых для обеспечения работ по ремонту дороги.

По дорожным одеждам:

восстановление изношенных верхних слоев дорожных покрытий с обеспечением требуемой ровности и шероховатости; восстановление покрытий способами и методами, обеспечивающими повторное использование материала старого покрытия;

устройство поверхностной обработки, защитных слоев и слоев износа на всех типах дорожных одежд;

ликвидация колей глубиной до 45 мм и других неровностей методами поверхностного фрезерования, укладки нового слоя покрытия или поверхностной обработки;

восстановление бордюров по краям усовершенствованных покрытий, фрезерование и устройство покрытий из битумоминеральных смесей на укрепительных полосах и обочинах;

замена, подъемка и выравнивание плит цементобетонных покрытий, нарезка продольных или поперечных бороздок на цементобетонных покрытиях;

перемощение отдельных участков мостовых с заменой основания;

восстановление профиля и усиление щебёночных, гравийных и грунтовых улучшенных дорог с добавлением щебеночных или гравийных материалов в объеме до 500 м^3 на километр дороги в среднем.

По обустройству дорог, организации и обеспечению безопасности движения:

восстановление и установка вновь недостающих дорожных знаков и табло индивидуального проектирования;

восстановление и совершенствование элементов и систем диспетчерского и автоматизированного управления движением; восстановление существующих и установка вновь автономных и дистанционно управляемых знаков и табло со сменной информацией и светофорных объектов;

восстановление существующих остановочных, посадочных площадок и автопавильонов на автобусных остановках, туалетов, площадок для остановки или стоянки автомобилей;

восстановление пешеходных переходов и ремонт тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек, шумозащитных сооружений на участках дорог, проходящих через населённые пункты;

устройство виражей на опасных для движения кривых;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

архитектурно-художественное оформление обустройства и благоустройства дорог и их отдельных участков, развязок, площадок отдыха, автобусных остановок, смотровых площадок и других объектов;

восстановление электроосвещения на отдельных участках дорог, мостах, путепроводах и паромных переправах, в тоннелях;

восстановление дорожной линейной телеграфной (телетайпной) или радиосвязи и других средств технологической и сигнально-вызывной связи; восстановление кабельной сети;

нанесение временной разметки на период ремонта, удаление временной разметки и нанесение постоянной после завершения ремонта.

Прочие работы по ремонту:

устройство площадок для складирования материалов и рекультивация земель, нарушенных при проведении ремонта;

устройство и ликвидация временных объездов ремонтируемых участков дороги;

предпроектное обследование мостовых сооружений, диагностика и оценка состояния автомобильных дорог и других дорожных сооружений;

разработка проектно-сметной документации и её экспертиза (в установленном порядке);

инженерное и научно-техническое сопровождение наиболее сложных работ по ремонту.

Содержание автомобильных дорог и дорожных сооружений. Работы по содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений осуществляются систематически (с учётом сезона года) на всем протяжении дороги по всем её элементам и сооружениям и, как правило, не требуют составления проектной документации и выполняются на основе нормативов, ведомостей дефектов и смет. По усмотрению заказчика (инвестора) может разрабатываться проектная документация.

Состав работ по содержанию:

По полосе отвода, земляному полотну и водоотводу:

систематическое поддержание полосы отвода, обочин, откосов и разделительных полос в чистоте и порядке; очистка от мусора и посторонних предметов, планировка;

скашивание травы и вырубка кустарника с уборкой порубочных остатков; ликвидация нежелательной растительности химическим способом; очистка обочин от пыли и грязи;

систематическое поддержание в работоспособном состоянии системы водоотвода; прочистка и профилирование кюветов и водоотводных канав, устранение дефектов их укреплений; прочистка и устранение мелких повреждений ливневой канализации, дренажных устройств, подводящих и отводящих русел у мостов и труб, быстротоков, перепадов и т.д.;

исправление повреждений и планировка откосов насыпей и выемок (с добавлением при необходимости грунта);

подсыпка, срезка, планирование и уплотнение неукрепленных обочин; устранение деформаций и повреждений на укреплённых обочинах;

ликвидация съездов и въездов в неустановленных местах, устройство и профилирование летних тракторных путей;

выполнение мероприятий по обеспечению охраны природной среды;

установление и обозначение придорожных полос автомобильных дорог.

По дорожным одеждам:

очистка дорожных покрытий от мусора, пыли и грязи, уборка посторонних предметов, устранение скользкости, вызванной выпотеванием битума;

устранение мелких деформаций и повреждений (заделка выбоин, просадок и др.), исправление кромок (бордюров) на всех типах покрытий, заливка трещин на асфальтобетонных и цементобетонных покрытиях, восстановление и заполнение деформационных швов в цементобетонных покрытиях;

ремонт сколов и обломов плит цементобетонных покрытий, замена, подъемка и выравнивание отдельных плит; защита цементобетонных покрытий от поверхностных разрушений;

устройство защитных слоев из эмульсионно-минеральных смесей на участках шелушения и выкрашивания асфальтобетонных и цементобетонных покрытий;

ликвидация колей глубиной до 30 мм путём укладки двух слоев эмульсионно-минеральной смеси или поверхностной обработки по полосам наката шириной до 0,8 м; частичное фрезерование или срезка гребней выпора и неровностей по колеям с заполнением колей чёрным щебнем или асфальтобетоном и устройством защитного слоя из эмульсионно-минеральной смеси на всю ширину покрытия;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

остановка и предупреждение развития трещин и сетки трещин устройством изолирующего слоя мелкозернистой поверхностной обработки локальными картами;

восстановление изношенных верхних слоев асфальтобетонных покрытий и укладка их вновь на отдельных небольших по протяжённости (до 20 м) участках дороги;

исправление профиля щебеночных и гравийных покрытий с добавлением щебня или гравия; профилировка грунтовых и грунтовых улучшенных дорог, восстановление профиля и улучшение их проезжей части щебнем, гравием, шлаком и другими материалами с расходом до 100 $м^3$ на 1 километр;

обеспыливание дорог;

уход за участками дорог с пучинистыми и слабыми грунтами.

По обустройству дорог, организации и обеспечению безопасности движения:

уход за знаками, замена повреждённых и установка вновь недостающих дорожных знаков;

удаление отслужившей, восстановление изношенной и нанесение вновь вертикальной и горизонтальной разметки, в том числе на элементах искусственных сооружений;

исправление и замена повреждённых и морально устаревших, а также установка вновь недостающих дорожных ограждений и направляющих устройств;

содержание в чистоте и порядке автобусных остановок, пешеходных переходов, площадок отдыха и элементов их обустройства, а также шумозащитных сооружений; исправление отдельных повреждений элементов архитектурно-художественного оформления дорог, надлежащий уход за этими элементами; очистка туалетов;

установка и содержание в чистоте и порядке беседок, скамеек, панно и др.; обустройство источников питьевой воды и артезианских колодцев, содержание их в чистоте и порядке;

окраска обстановки и элементов обустройства дорог, содержание их в чистоте и порядке;

оборудование и содержание объездов разрушенных, подтопляемых, наледных и заносимых участков дорог, закрываемых для движения мостов;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

содержание, восстановление и устройство вновь пунктов учёта движения, снегомерных постов и постов для измерения температуры и оценки состояния дорожной конструкции и других устройств, необходимых для изучения работы дороги, её отдельных элементов и сооружений;

содержание включённых в балансовую стоимость автомобильных дорог и дорожных сооружений линий электроосвещения дорог, мостов, путепроводов, тоннелей, транспортных развязок, паромных переправ и других сооружений, замена ламп и светильников, вышедших из строя, проводов, кабелей и других элементов электроосвещения, ревизия трансформаторов, плата за расход электроэнергии на освещение;

содержание включённых в балансовую стоимость автомобильной дороги и дорожных сооружений линейной телеграфной (телетайпной) или радиосвязи и других средств технологической и сигнально-вызывной связи, кабельной сети, а также светофорных объектов, средств организации движения, диспетчерского и автоматизированного управления движением;

содержание включённых в балансовую стоимость автомобильных дорог и дорожных сооружений пунктов весового контроля, водомерных постов, метеопунктов и систем мониторинга погодных условий и условий движения, технологической и сигнально-вызывной связи, кабельной сети, а также светофорных объектов, средств организации движения, диспетчерского и автоматизированного управления движением;

содержание включённых в балансовую стоимость автомобильных дорог и дорожных сооружений пунктов весового контроля, водомерных постов, метеопунктов и систем мониторинга погодных условий и условий движения.

Зимнее содержание дорог:

изготовление, установка, устройство и ремонт постоянных снегозащитных сооружений (заборов, панелей, навесов грунтовых валов и др.); уход за снегозащитными сооружениями;

изготовление, установка (перестановка), разборка и восстановление временных снегозадерживающих устройств (щитов, изгородей, сеток и др.); создание снежных валов и траншей для задержания снега на придорожной полосе и их периодическое обновление;

патрульная снегоочистка дорог, расчистка дорог от снежных заносов, уборка и разбрасывание снежных валов с обочин; профилирование и уплотнение снежного покрова на проезжей части дорог низких категорий;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

регулярная расчистка от снега и льда автобусных остановок, павильонов, площадок отдыха и т.д.;

очистка от снега и льда всех элементов мостового полотна, а также зоны сопряжения с насыпью, подферменных площадок, опорных частей, пролетных строений, опор, конусов и регуляционных сооружений, подходов и лестничных сходов;

оборудование и содержание зимних автомобильных дорог (автозимников) и ледовых переправ;

борьба с зимней скользкостью; восстановление существующих и создание новых баз противогололёдных материалов, устройство подъездов к ним; бурение, обустройство и обслуживание скважин для добычи природных рассолов; приготовление и хранение противогололёдных материалов; устройство и содержание верхнего слоя покрытия с антигололёдными свойствами;

устройство и содержание автоматических систем раннего обнаружения и прогнозирования зимней скользкости, а также автоматических систем распределения антигололёдных реагентов на мостах, путепроводах, развязках в разных уровнях и т.д.;

борьба с наледями, устройство противоналедных сооружений, расчистка и утепление русел около искусственных сооружений; ликвидация наледных образований;

проведение противолавинных мероприятий, уборка лавинных отложений.

Озеленение дорог:

подготовка почвы под посадку и лесопитомники;

выращивание саженцев (или оплата их стоимости);

устройство снегозащитных лесных полос;

противоэрозионные и декоративные посадки;

уход за посадками, рубки ухода, обрезка веток для обеспечения видимости, уборка сухостоя, защита лесопосадок от пожаров; борьба с вредителями и болезнями растений;

засев травой полосы отвода и разделительной полосы.

Прочие работы по содержанию:

разработка по усмотрению заказчика проектно-сметной документации и её экспертиза;

оценка качества содержания дорог и дорожных сооружений;

охрана автомобильных дорог и отдельных дорожных сооружений, сторожевая и пожарная охрана;

ограничение в установленном порядке движения транспорта на дорогах в весенне-осеннюю распутицу;

инвентаризация и паспортизация дорог и отвод земель;

диагностика и оценка состояния автомобильных дорог; текущие и периодические осмотры, обследования и испытания мостов, путепроводов и других сооружений; учёт интенсивности движения;

формирование и ведение банков данных о состоянии дорог, мостов и других дорожных сооружений;

разработка схем дислокации дорожных знаков и разметки;

учёт дорожно-транспортных происшествий и участие в расследовании причин их возникновения;

организация дежурно-диспетчерской службы, метеорологическое обеспечение и т.д.;

инженерное и научно-техническое сопровождение наиболее сложных работ по содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений.

11.3. Межремонтные сроки службы дорожных одежд и покрытий

Межремонтные сроки службы дорожных одежд и покрытий являются одним из важнейших технико-экономических показателей, определяющих плановую периодичность выполнения и финансирования ремонтных работ. Их рассматривают как период от момента сдачи дороги в эксплуатацию до первого капитального ремонта (ремонта), а также период между двумя смежными ремонтами в процессе эксплуатации.

В России межремонтные сроки впервые были разработаны Союздорнии в период 1950-1955 гг. и утверждены постановлением Совета Министров РСФСР 7.03.61 № 210 в качестве норм капитального и среднего ремонта соответственно дорожных одежд и покрытий. Эти нормы действовали до 1988 г. независимо от расчётных сроков службы, принимаемых при проектировании дорожных одежд

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

(Инструкции ВСН 46-60, ВСН 46-72, ВСН 46-83) примерно на 20 % меньшими по величине, что могло быть одной из причин имеющегося недоремонта автомобильных дорог. В 1988 г. введены в действие региональные и отраслевые нормы межремонтных сроков службы нежёстких дорожных одежд и покрытий [73], разработанные Гипродорнии с участием научно-исследовательских, проектных и других организаций (Апестин В.К. О разработке общесоюзных норм межремонтных сроков // Автомобильные дороги. -1987. - № 8. - С. 7-10).

Региональные нормы разработаны на основе решения многовариантной технико-экономической задачи по критерию минимума суммарных приведённых автотранспортных $C_{ад}$ (в том числе дорожных) и внетранспортных затрат $C_в$:

$C_{общ} = C_{ад} + C_в =$
min. (11.1)

Расчёты свидетельствуют, что оптимизацию межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий можно выполнить с достаточной точностью в пределах рекомендуемого СНиП 2.05.02-85 периода до реконструкции дороги. С учётом этого математическую модель стоимости при периоде сопоставления затрат T_P = 20 лет можно представить в следующем виде:

$$C_{общ} = C_д + \sum_1^n (C_o + A_o + П_o)\frac{1}{(1+E_{нп})^t} + K_a \frac{1}{1+E_{нп}} + \sum_1^m (C_н + A_н + П_н)\frac{1}{(1+E_{нп})^t} +$$
$$+ \sum_2^{T_o} \bullet K_a \frac{1}{(1+E_{нп})^t} + \sum_1^{T_o} (C_c + A_t + П_t + П_{ДТП})\frac{1}{(1+E_{нп})^t} \to \min, \text{ где} \qquad (11.2)$$

$\frac{1}{(1+E_{нп})^t}$ - коэффициент отдаленности затрат и $E_{нп}$ - коэффициент для приведения разновременных затрат (в соответствии с [106] $E_{нп}$ = 0,08);

n, m - соответственно количество ремонтов дорожной одежды, покрытия;

$C_д$ - затраты на устройство дорожной одежды;

C_o, C_n - соответственно затраты на ремонт дорожной одежды, покрытия;

A_o, A_n - дополнительные транспортные потери из-за снижения скорости движения в период производства дорожно-ремонтных работ;

$П_o$, $П_n$ - дополнительные потери, связанные с затратами времени пассажиров в пути в период производства дорожно-ремонтных работ;

K_a- единовременные капитальные вложения в транспорт в первый год эксплуатации дороги;

•K_a - дополнительные ежегодные капитальные вложения в транспорт, связанные с ежегодным увеличением объёма перевозок и ухудшением условий движения на дороге;

C_c - затраты на содержание дороги;

A_t - текущие ежегодные затраты на перевозку грузов и пассажиров;

$П_t$ - ежегодные потери, связанные с затратами времени пассажиров в пути;

$П_{ДТП}$- потери от дорожно-транспортных происшествий.

Оптимизационная модель состоит из нескольких взаимосвязанных звеньев, позволяющих поэтапно рассмотреть работу автомобильной дороги, оценить режимы движения автомобилей в зависимости от ежегодного технического состояния дорожных конструкций и других эксплуатационных условий и поэлементно определить возможные затраты за рассматриваемый период сопоставления затрат. На рис. 11.1 представлена модель эксплуатационного цикла, определяющая порядок оценки состояния дороги, ресурса по прочности дорожной одежды, по износу покрытия, загрузке дороги движением и расчёта текущих затрат.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

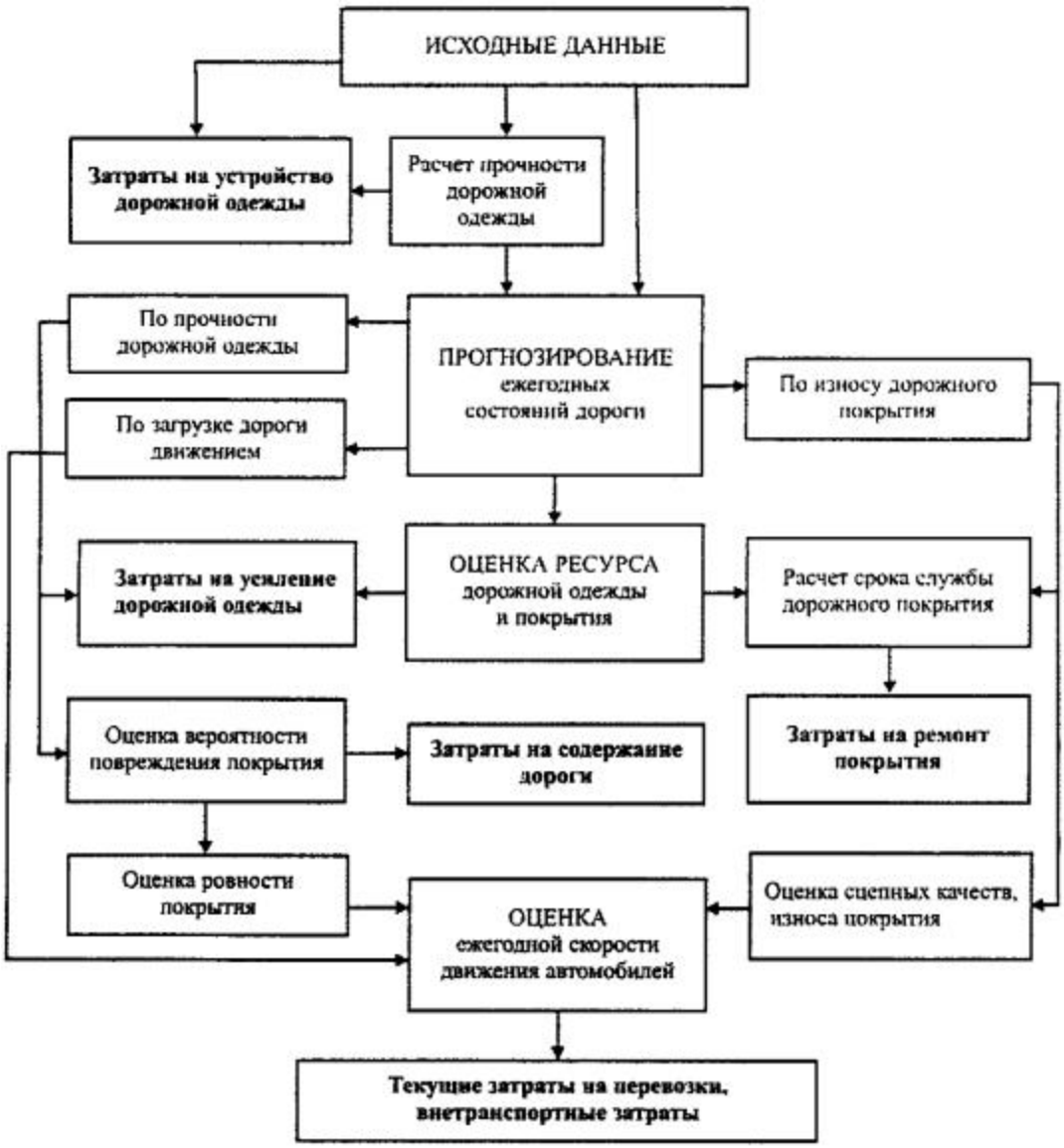


Рис. 11.1. Укрупненная модель эксплуатационного цикла для оптимизации межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий

В качестве критерия предельного состояния дорожной одежды принимали минимально допустимый по условиям движения эквивалентный модуль упругости дорожной конструкции и соответствующее ему предельное состояние дорожного покрытия по ровности, определяемое с учётом рассматриваемой надёжности дорожной одежды. Критерием предельного состояния дорожного покрытия капитальных и облегчённых дорожных одежд считали минимально допустимый коэффициент сцепления колеса с покрытием по условиям безопасности дорожного движения. Предельное состояние покрытия переходной дорожной одежды оценивали по величине максимального износа покрытая, принимаемого равным 50 мм исходя из точности метода расчёта дорожной одежды.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Оценку режимов движения автомобилей в зависимости от различных влияющих факторов осуществляли в соответствии с ОДН 218.0.006-2002 [69].

Оптимизацию межремонтных сроков службы проводили для конструкций, отвечающих современным требованиям по качеству производства работ.

На практике следует различать межремонтные сроки - расчётные и нормативные, а также фактические сроки службы, определяемые по результатам статистической обработки данных наблюдений за поведением автомобильных дорог в период эксплуатации.

Расчётный срок службы дорожной одежды - это период времени, в пределах которого снижается несущая способность (коэффициент прочности) дорожной конструкции до уровня, при котором достигается расчётная надёжность дорожной одежды и соответствующее ей предельное состояние покрытия по Ровности [73].

К дефектам, определяющим предельное состояние дорожной одежды с усовершенствованными покрытиями, относится «сетка трещин», существенно влияющая на ровность дорожного покрытия, а переходных дорожных одежд - колея с поперечными волнами. **Сетка трещин** - продольные, поперечные и косые трещины, развитые в зоне прохода колес транспортных средств (полоса наката) и образующие замкнутые фигуры с длиной стороны менее 1 м. **Колея с поперечными волнами** - ярко выраженное углубление вдоль дороги по полосе наката с чередующимися поперечными впадинами и гребнями через 0,5-2 м. Для определения расчётного срока службы дорожной одежды $T_{рф}$ используют зависимость, полученную на основе критерия обратимого прогиба с учетом положений ОДН 218.1.052-2002 [107] в части назначения требуемой прочности дорожной одежды:

$$T_{рф} = \frac{1}{\lg q} \lg \left[\frac{10^{x} \cdot (q-1)}{\gamma \cdot \omega \cdot N_{ф} \cdot q} + 1 \right],$$

(11.3)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$x = \frac{E_i - A}{B} + 1,$$

(11.4)

$$E_i = \frac{E_\phi \cdot X_i}{K_{cu} \cdot K_{pz} \cdot K_{reg} \cdot K_z},$$ где

(11.5)

N_ϕ - фактическая интенсивность движения транспортного потока (на полосу) на момент полевых испытаний дорожной одежды, приведённая к расчётному автомобилю, авт/сут;

g - коэффициент, принимаемый в зависимости от типа дорожной одежды (g = 0,12-0,171);

w - коэффициент, учитывающий агрессивность воздействия расчётных автомобилей (нагрузка на колесо 50 кН) в разных погодно-климатических условиях (w = 0,7-3,5);

A и B - параметры эмпирической закономерности, характеризующие работу дорожной одежды под воздействием многократно повторяющихся нагрузок и принимаемые A = 125 МПа и B = 68 МПа при ориентации на испытания дорожной одежды методом статического нагружения колесом автомобиля;

q - показатель роста интенсивности движения (q ³ 1);

E_ϕ - модуль упругости дорожной конструкции, МПа;

X_i - показатель, зависящий от расчётного уровня надёжности дорожной одежды;

K_{cu} - коэффициент, учитывающий сопротивление конструктивных слоев сдвигу и растяжению при изгибе;

K_{pz} - коэффициент относительной прочности дорожной одежды, назначаемый в зависимости от типа дорожной одежды и категории дороги (K_{pz} = 0,63-1,00);

K_{reg} - региональный коэффициент (K_{reg} = 0,85-1,00);

K_z - коэффициент, зависящий от фактической интенсивности движения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Расчётный срок службы покрытия - это период времени, в пределах которого увеличивается износ поверхности покрытия до величины, предельно допускаемой по условиям движения. Износ покрытия - увеличение скользкости покрытия капитальных и облегчённых одежд за счёт уменьшения коэффициента сцепления или уменьшение толщины покрытия (мм/год) переходных дорожных одежд за счёт истирания и потери материала под действием колёс автомобилей и природных факторов.

Срок службы покрытия капитальных и облегчённых дорожных одежд определяют по зависимости, основывающейся на ресурсе поверхностных обработок:

$$T_c = \frac{1}{\lg q} \lg \left[\frac{N_{pc} \cdot (q-1)}{K N_{c1} \sum_{1}^{c} \alpha_{agp} t_c} + 1 \right],$$ где

(11.6)

N_{pc} - ресурс покрытия (количество проездов расчётных автомобилей, снижающих коэффициент сцепления до минимально допустимой величины);

K - коэффициент, учитывающий повторяемость проездов автомобилей по одному следу;

c - количество рассматриваемых периодов в году (сезоны года);

$a_{агр}$ - коэффициент агрессивности воздействия расчетных автомобилей на покрытие в рассматриваемый сезон года (в среднем 0,75; 1,00; 0,85 и 0,60 соответственно для весны, лета, осени и зимы);

t_c - длительность рассматриваемого периода года;

N_{c1} - интенсивность движения (авт/сут) в первый год эксплуатации, приведенная к расчетным нагрузкам по износу покрытия, используя следующую эмпирическую формулу для определения коэффициента приведения a_{cj}:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\alpha_{ij} = 0{,}324 \cdot \frac{p_j^{\bullet} + 0{,}02}{0{,}8 - p_j^{\bullet}},$$ где

(11.7)

$p_j^{\bullet}$ - удельное давление в плоскости контакта колеса автомобиля с дорожным покрытием (0,1 £

$p_j^{\bullet}$ £ 0,75).

Для переходных и низших типов дорожных одежд срок службы *t* можно определить из формулы, определяющей суммарный износ покрытия за *t* лет в рассматриваемой дорожно-климатической зоне (ДКЗ):

$$[И] = a \cdot t + b \cdot N_1 \frac{q^t - 1}{q - 1},$$ где

(11.8)

[*И*] - допустимый износ покрытия, мм;

a, *b* - эмпирические параметры, зависящие от региональных условий и определяемые по табл. 11.1, полученной с учётом результатов исследования Е.И. Попова (Попов Е.И. Расчёт толщины гравийных покрытий с учётом текущего износа на заданный срок службы. - М.: 1971. - С.150-168. - (Сб. науч. тр. / Союздорнии; вып. 47).

N_1 - интенсивность движения транспортного потока на полосу в 1-й год эксплуатации, приведённая к расчётному грузовому автомобилю (нагрузка на заднюю ось 100 кН), авт./сут;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Таблица 11.1

Район расположения дороги	Значения коэффициентов	
	a	*b*
Центральные и северо-западные области Европейской части РСФСР, II ДКЗ	5	0,03
Районы III-IV ДКЗ	10	0,05
Южные районы Европейской части РСФСР, V ДКЗ	15	0,07

Нормативный межремонтный срок службы - это экономически эффективный период времени, равный расчётному сроку службы, при котором обеспечивается минимум суммарных приведенных дорожных, транспортных и внетранспортных издержек. Нормативные сроки службы принимают в соответствии с региональными и отраслевыми нормами ВСН 41-88 [73].

Нормы относятся к нежёстким дорожным одеждам и покрытиям и предназначены для разработки норм перспективного планирования объёмов финансирования на ремонт автомобильных дорог общего пользования, уточнения норм расхода материалов и денежных средств на ремонт дорог, а также для использования при расчёте прочности проектируемых дорожных одежд и слоев усиления конструкций, находящихся в эксплуатации.

Для дорожных одежд нормативные сроки и соответствующие им уровни надёжности конструкции приведены в табл. 11.2. Уровень надёжности рассчитывают в соответствии с ГОСТ 27.002-89 (ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия, термины и определения. - 37с):

$K_н = 1 - r$, где
(11.9)

r - доля деформированной поверхности покрытия в конце срока службы дорожной одежды.

Таблица 11.2

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Дорожно-климатическая зона (ДКЗ)					
		I-II		III		IV-V	
		T_O	K_H	T_O	K_H	T_O	K_H
I	Капитальный	14 18	0,95 0,90	15 19	0,93 0,88	16 20	0,90 0,86
II	Капитальный	11 15	0,94 0,89	12 16	0,92 0,87	13 16	0,89 0,85
III	Капитальный	11 15	0,92 0,87	12 16	0,90 0,85	13 16	0,87 0,83
	Облегчённый	10 13	0,88 0.84	11 14	0,86 0,82	12 15	0,84 0,80
IV	Капитальный	11 15	0,85 0,82	12 16	0,83 0,80	13 16	0,80 0,78
	Облегчённый	8 10	0,87 0,83	9 11	0,85 0,81	10 12	0,82 0,80
	Переходный	3 8	0,82 0,82	3 9	0,80 0,80	3 9	0,77 0,77

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

V	Облегчённый	8 10	0,83 0,80	9 11	0,80 0,78	10 12	0,78 0,75
	Переходный	3 8	0,65 0,65	3 9	0,60 0,60	3 9	0,58 0,58

Примечание. Промежуточные значения сроков службы T_O и соответствующих значений K_H принимают по интерполяции в пределах указанных величин для каждого типа дорожной одежды.

Указанные в табл. 11.2 нормы наибольших сроков службы для каждого типа дорожной одежды и соответствующие им нормы надёжности дорожной одежды используют при проектировании автомобильных дорог для расчёта дорожных одежд на прочность. Их также используют при расчёте слоев усиления конструкций в процессе эксплуатации дороги, но не более фактического срока службы автомобильной дороги до реконструкции.

В последнем случае норму надёжности дорожной одежды принимают по интерполяции между верхним и нижнем значениями. Для капитальных и облегчённых дорожных одежд допускается уменьшение на 15 % нормы срока службы от минимальных значений при сохранении нормы надёжности. При планировании и производстве ремонтных работ методом термопрофилирования норму уровня надежности дорожной одежды понижают на 10 %.

Для жёстких дорожных одежд норму межремонтного срока службы следует принимать равной 25 годам в соответствии с принятым расчётным сроком службы конструкции при проектировании [37].

Нормы межремонтных сроков службы дорожных покрытий (T_n) на дорогах с капитальными и облегчёнными дорожными одеждами принимают по табл. 11.3 в зависимости от интенсивности движения транспортного потока в первый год после строительства или работ по устройству шероховатых поверхностей при ремонте дорог.

Таблица 11.3

Интенсивность движения по наиболее загруженной полосе, авт./сут	Дорожно-климатическая зона	T_n, годы

До 200	I-V	8
200-2 500 200-2 000 200-1 500	I-II III IV-V	6
2 500-4 500 2 000-4 000 1 500-3 000	I-II III IV-V	4
4 500-6 500 4 000-5 000 3 000-5 000	I-II III IV-V	3
Свыше 6 500 Свыше 6 000 Свыше 5 000	I-II III IV-V	2

П р и м е ч а н и я: 1. Норму срока службы покрытия понижают на 20 % при использовании в качестве вяжущего для поверхностных обработок дегтей и смол и на 30 % при использовании известнякового щебня. 2. Возмещение износа покрытий переходных дорожных одежд предусматривают с периодичностью не позже чем через 3 года.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Планирование работ по ремонту дорог по межремонтным срокам службы дорожных одежд и покрытий. При составлении перспективных планов ремонтных работ на сети дорог крупного региона или страны в целом можно использовать метод планирования, основанный на использовании межремонтных сроков службы. В этом случае ежегодные физические объёмы работ по ремонту дорожной одежды на сети дорог определяют по формуле

$$L_{РО} = \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{T_{oi}} = \frac{L_1}{T_{o1}} + \frac{L_2}{T_{o2}} + \cdots + \frac{L_n}{T_{on}}, \text{км, где}$$

(11.10)

L_1, L_2,... L_n - протяженность дорог, однотипных по категории, интенсивности движения, климатическим условиям, дорожной одежде, км;

T_{o1}, T_{o2},... T_{on} - соответствующие межремонтные сроки службы дорожных одежд.

При необходимости выделить отдельный объём ремонта покрытия расчёт ведут по формуле

$$L_{РП} = \frac{L_1(T_{o1}-1)}{T_{o1} \cdot T_{П1}} + \frac{L_2(T_{o2}-1)}{T_{o2} \cdot T_{П2}} + \cdots + \frac{L_n(T_{on}-1)}{T_{on} \cdot T_{Пn}}, \text{км, где}$$

(11.11)

$T_{П1}$, $T_{П2}$,... $T_{Пn}$ - межремонтные сроки службы покрытий.

Планируемые объёмы финансовых затрат на ремонт дорог определяют умножением протяжённости ремонтируемых дорог на среднюю стоимость соответствующего ремонта одного километра дорог.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

11.4. Особенности планирования работ по содержанию и ремонту дорог

Цель планирования и ограничительные условия. Принципиальные решения по выбору основных мероприятий по содержанию и ремонту принимают на основе результатов диагностики и оценки состояния дорог. Порядок принятия этих решений изложен в пп. 11.5 и 11.6. Однако процесс планирования не заканчивается на стадии выбора принципиальных решений. Он продолжается практически непрерывно, как непрерывен процесс эксплуатации дорог.

План работ и стратегия его выполнения систематически корректируются и уточняются с учётом дополнительной информации о развитии деформаций и разрушений, о задержках и перерывах в ремонтных работах, вызываемых погодно-климатическими факторами, изменением поставщиков материалов и машин, изменением объемов финансирования и других условий.

При каждой корректировке необходимо стремиться к оптимизации принимаемых решений с учётом произошедших изменений. Уточнённый план дорожно-ремонтных работ представляет собой программу действий по определенной схеме для достижения одной или нескольких целей и задач в реальных условиях их достижения (рис. 11.2).



Рис. 11.2. Укрупненная схема целей и задач планирования работ по содержанию и ремонту дорог

Главная цель планирования работ по содержанию и ремонту состоит в том, чтобы обеспечить оптимальные потребительские свойства и сроки службы дороги в процессе эксплуатации. Под оптимальным в данном случае подразумевается самый высокий показатель в абсолютном смысле, которого можно добиться при соблюдении ограничительных условий и оптимальном использовании ресурсов (см. рис. 11.2). Лучшим следует считать такую программу действий, которая

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

обеспечивает достижение главной цели при минимальном общем расходе ресурсов всех видов либо, наоборот, при определённой затрате ресурсов позволяет добиться максимального результата.

На достижение главной цели направлены решения основных задач или целей, подчиненных главной. Чтобы решить эти задачи и достичь поставленной цели, необходимо осуществить целый комплекс технических и организационных мероприятий по всем элементам и обустройствам дороги, по организации и обеспечению безопасности движения.

Следует считать абсолютно неоправданным часто встречающееся мнение административно-технического персонала, которое отождествляет понятие дорожно-ремонтных работ исключительно с ремонтом дорожных покрытий.

Планирование ремонтных работ всегда связано с определённым числом ограничительных условий, которые необходимо преодолевать или достаточно полно учитывать.

Основное принципиальное ограничительное условие чаще всего состоит в том, что дорога рассматривается как долговечное сооружение, не разрушающееся во времени. Действительно, на начальной стадии эксплуатации усталостные явления, коррозия материалов дорожных конструкций, остаточные деформации и другие дефекты накапливаются постепенно, внешне не всегда заметно, особенно для не специалиста. Более того, даже заметные деформации и дефекты хоть и существенно ухудшают потребительские свойства, но далеко не сразу приводят к перерывам движения: трудно, но проехать можно.

Поэтому иногда формируется ошибочное мнение, что дорога может долго функционировать и без систематических работ по содержанию и ремонту. Это мнение преобразуется в существенное экономическое ограничение, которое выражается в том, что не выделяется достаточно средств на своевременное выполнение работ, необходимых, чтобы обеспечить действительную надёжность и долговечность дороги.

В результате может быть пропущен самый опасный момент, когда медленное накопление деформаций и дефектов сменится их бурным развитием, которое потребует значительных затрат на их ликвидацию.

Кроме основного, экономического, ограничения существует и целый ряд других ограничительных условий, которые необходимо учитывать:

ограничения, вызванные интенсивностью движения, которая обычно самая высокая там, где ремонтные работы нужны прежде всего;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ограничения, диктуемые климатом; многие работы могут быть выполнены только в определённое время года; качественное выполнение их в другое время требует больших дополнительных затрат;

недостаток точных данных о состоянии дороги и причинах появления деформаций и разрушений на отдельных участках, отсутствие научно обоснованных методов устранения этих причин и ликвидации их последствий.

Выбор вида и состава работ по содержанию и ремонту дорог с учетом их результативности. Виды и состав работ по содержанию и ремонту дорог, предусмотренные классификацией, дополняют друг друга и представляют единую систему мероприятий, направленную на обеспечение эксплуатационных качеств дорог в соответствии с требованиями движения. Существует определённая последовательность и связь между различными видами ремонта во времени (рис. 11.3).

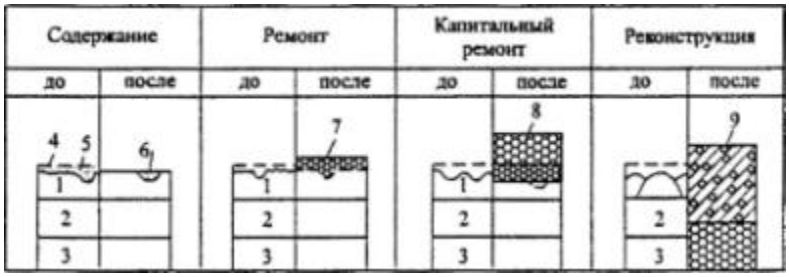


Рис. 11.3. Схема ремонтов дорожной одежды:
1 - покрытие; 2 - основание; 3 - дополнительный слой; 4 - слой пыли; 5 - выбоина; 6 - ямочный ремонт; 7 - поверхностная обработка; 8 - слои усиления; 9 - новая дорожная одежда

В процессе работ по содержанию дороги выполняют все операции по очистке дорог от пыли и грязи, устраняют все мелкие деформации и разрушения, устраняют скользкость и т.д. При ремонте покрытия помимо работ, выполняемых в процессе содержания, производят работы по восстановлению слоя износа, ровности, шероховатости и сцепных качеств покрытия. При ремонте дорожной одежды производят её усиление путём укладки одного или нескольких дополнительных слоев. В процессе реконструкции старая дорожная одежда может быть полностью заменена новой.

Практически при разработке программы работ по содержанию и ремонту дороги необходимо как можно полнее обосновать ответы на следующие вопросы:

где вмешиваться, то есть наиболее целесообразное место вмешательства или ремонта;

как вмешиваться, то есть какой тип вмешательства или ремонта осуществить;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

когда вмешиваться, то есть наиболее целесообразный момент или время вмешательства;

сколько стоит вмешательство;

каков будет результат вмешательства.

На основании анализа ответов на вопросы где, как, когда, за сколько и каков будет результат, может быть составлена программа действий и работ для каждого участка дороги, всей дороги в целом или для сети обслуживаемых дорог. Эта программа должна быть более детальной для работ на ближайшую и среднюю перспективу и содержать общие наметки на отдельную перспективу. Наличие такой программы позволяет разработать планы обеспечения работ необходимыми средствами, включая финансовые, материально-технические и другие ресурсы.

Опыт показывает, что работы по содержанию проезжей части мало изменяют ровность, сцепные качества и прочность дорожной одежды, но заметно влияют на повышение безопасности движения за счёт разметки, установки знаков, ликвидации отдельных скользких мест и т.д., а также заметно влияют на срок службы дорожных покрытий и одежд за счёт устранения ямочности и заливки трещин. Результатом выполненных работ является изменение основных потребительских свойств дороги (табл. 11.4).

Таблица 11.4

Изменение потребительских свойств дороги в результате выполнения работ по содержанию и ремонту дорожной одежды

Потребительские свойства и основные характеристики	Обозначения	Содержание		Ремонт покрытия		Ремонт дорожной одежды		Реконструкция (перестройка)	
		до	после	до	после	до	после	до	после
Обеспеченная скорость движения	$V_ф$.max	$V_ф$.max £ V_p	$V_ф$.max £ V_p	$V_ф$.max < V_p	$V_ф$.max = V_p	$V_ф$.max = V_p	$V_ф$.max = V_p	$V_ф$.max < V_p	$V_ф$.max = V_p
Безопасность движения	$K_б$	$K_б$ > [$K_б$]	$K_б$ > [$K_б$]	$K_б$ > [$K_б$]	$K_б$ £ [$K_б$]	$K_б$ > [$K_б$]	$K_б$ £ [$K_б$]	$K_б$ > [$K_б$]	$K_б$ < [$K_б$]

Пропускная способность	P	$P \leq P_{max}$	$P \leq P_{max}$	$P < P_{max}$	$P = P_{max}$	$P < P_{max}$	$P = P_{max}$	$P < P_{max}$	$P = P_{max}$
Допустимая осевая нагрузка	Q	$Q_ф \leq [Q_p]$	$Q_ф \leq [Q_p]$	$Q_ф < [Q_p]$	$Q_ф \leq [Q_p]$	$Q_ф < [Q_p]$	$Q_ф = [Q_p]$	$Q_ф < [Q_p]$	$Q_ф \geq [Q_p]$
Срок службы									
дорожного покрытия	T_n	$T_n < [T_n]$	$T_n = [T_n]$	$T_n < [T_n]$	$T_n = [T_n]$	$T_n < [T_n]$	$T_n = [T_n]$	$T_n < [T_n]$	$T_n \geq [T_n]$
дорожной одежды	T_o	$T_o \leq [T_o]$	$T_o = [T_o]$	$T_o \leq [T_o]$	$T_o = [T_o]$	$T_o < [T_o]$	$T_o = [T_o]$	$T_o \leq [T_o]$	$T_o = [T_o]$
Прочность дорожной одежды	E	$E_ф \leq E_{mp}$	$E_ф \leq E_{mp}$	$E_ф \leq E_{mp}$	$E_ф \leq E_{mp}$	$E_ф < E_{mp}$	$E_ф = E_{mp}$	$E_ф < E_{mp}$	$E_ф = E_{mp}$
Коэффициент сцепления	j	$j_ф \leq [j]$	$j_ф \leq [j]$	$j_ф < [j]$	$j_ф = [j]$	$j_ф < [j]$	$j_ф = [j]$	$j_ф < [j]$	$j_ф = [j]$
Ровность	S_c	$S_{cф} \geq [S_c]$	$S_{cф} \geq [S_c]$	$S_{cф} \geq [S_c]$	$S_{cф} = [S_c]$	$S_{cф} > [S_c]$	$S_{cф} \leq [S_c]$	$S_{cф} > [S_c]$	$S_{cф} \leq [S_c]$

Работы по ремонту дорожного покрытия улучшают ровность и сцепные качества, что способствует повышению скорости и безопасности движения, а также пропускной способности и сроков службы дорожной одежды.

Работы по ремонту и усилению дорожной одежды восстанавливают или повышают все основные потребительские свойства дорог, в том числе и допустимую осевую нагрузку и срок службы дорожной одежды.

Следует подчеркнуть, что приведённые результаты работ по содержанию и ремонту дорожного покрытия и одежды будут обеспечены только в том случае, если одновременно будут выполнены работы по всем другим элементам дороги и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

устранены дефекты этих элементов, оказывающие отрицательное влияние на потребительские свойства.

Способы планирования работ по содержанию дорог. Наиболее распространенным способом планирования работ по содержанию дорог считается метод планирования, основанный **на ведомостях дефектов**, по которым определяют виды и объёмы работ на каждом участке дорог. Ведомости дефектов составляют при периодическом осмотре и оценке качества содержания дорог. При этих осмотрах составляют, ведомости дефектов земляного полотна, проезжей части, искусственных сооружений, обстановки пути и инженерного оборудования и т.д. Кроме того, при составлении плана работ по содержанию дорог учитывают план мероприятий по пропуску ледохода и паводка, противопучинных мероприятий, мероприятий по повышению безопасности движения, зимнему содержанию и озеленению. Получив виды и физические объёмы работ, определяют их единичные стоимости, а затем и общую стоимость работ по каждому участку, дороге или сети дорог.

Планирование по циклической системе работ. Для определения годовых объемов работ по содержанию дорог в текущем году и на перспективу часто применяют методику, основанную на циклической системе работ по содержанию дорог. Суть ее состоит в том, что каждый вид работ по содержанию дорог периодически повторяется на каждом участке дороги через определённый промежуток времени, который называется **продолжительность цикла *T*** и измеряется в годах, а количество таких промежутков в течение года называется **коэффициентом цикла *K***:

$$K = \frac{1}{T}.$$

(11.12)

Таким образом, продолжительность цикла характеризует период времени, по окончании которого данная работа должна повторяться на одном и том же участке дороги, а коэффициент цикла показывает, какое количество раз общий объём элемента дороги или какую долю данного элемента необходимо отремонтировать в год. Например, длина участка дороги, на котором производится очистка от пыли и грязи, составляет $L = 60$ км. По нормам очистка должна производиться 4 раза в год. Это значит, что коэффициент цикла $K = 4$, а продолжительность цикла

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$T = \frac{1}{K} = \frac{1}{4} = 0{,}25.$$

Годовой объём работ по очистке участка дороги от пыли и грязи составит $L_T = L \times K = 60 \times 4 = 240$ км/год.

Показатели цикличности определяют либо на основе статистической обработки данных учёта выполняемых работ, либо по данным опроса экспертов, которыми могут быть опытные мастера и инженерно-технические работники дорожно-эксплуатационных организаций. Эти показатели могут быть разработаны для каждой конкретной дороги или автомобильных дорог одного региона.

Опыт показывает, что по основным видам выполняемых в рамках содержания работ показатели цикла имеют стабильные значения в течение 5-10 лет, после чего их необходимо корректировать (табл. 11.5).

Таблица 11.5

Виды работ	Продолжительность цикла *T*, годы	Единица измерения	Коэффициент цикла *K*
Ямочный ремонт обочин, укрепленных связным материалом	0,5	м^2	2
Скашивание травы на обочинах и откосах	0,33	100 м^2	3
Прочистка водоотводных каналов, кюветов и водопропускных труб	1	м	1
Ямочный ремонт покрытия	0,33	м^2	3
Очистка проезжей части от различных предметов и мусора	0,007	км	140
Очистка от пыли и грязи проезжей части мостов	0,033	100 м^2	30

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Горизонтальная разметка термопластиком	4	км линии разметки	0,25
Обновление вертикальной разметки	0,33	$м^2$	3

Зная объёмы работ на каждый год, легко определить потребность в материалах, дорожных машинах, стоимость работ и другие показатели.

Например, для ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия дороги II категории протяжённостью 60 км при ширине проезжей части 7,5 м площадь отремонтированного покрытия при коэффициенте цикла 3 составит:

$S = 60 \times 7,5 \times 3 = 1350000$ $м^2$.

Пусть площадь выбоин (ямочности) составляет 1,5 % от общей площади покрытия. Тогда объём ремонтных работ в год будет:

$S_{рем} = 1350000 \times 0,015 = 20250$ $м^2$.

При средней глубине выбоин 50 мм норма расхода горячей асфальтобетонной смеси (объемная масса 2,25 $т/м^3$) составит 11,4 т на 100 $м^2$ фактического ремонта, или $20250 \times 11,4 = 2308,5$ т в год.

11.5. Планирование дорожно-ремонтных работ на основе результатов диагностики

В России основные принципы разработки стратегии дорожно-ремонтных работ были предложены М.Б. Корсунским и М.Я. Телегиным еще в 50-60-х гг. прошлого столетия. Примерно с 1980 г. (А.П. Васильев, В.К. Апестин, А.Я. Эрастов и др.) интенсивно развивается направление по планированию дорожно-ремонтных работ на основе результатов диагностики, оценки и прогнозирования состояния автомобильных дорог по основным транспортно-эксплуатационным показателям.

Обычно при выборе объектов ремонта считают, что затраты на ремонт должны быть перекрыты получаемой экономией издержек на автомобильные перевозки. Очередность ремонта отдельных участков дороги назначают по величине эффекта, приходящегося на рубль дорожных затрат. При этом эффект оценивают либо по изменению себестоимости перевозок, либо по изменению относительной скорости движения до и после проведения работ по улучшению состояния дороги (Эрастов А.Я., Чванов В.В., Работяга М.Т. Оценка эффективности дорожно-ремонтных работ в условиях нового механизма хозяйствования //Автомобильные дороги. - 1990. - № 12. - С. 4-5).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Такой подход позволяет не только обосновать затраты на ремонт дорог, но и при необходимости уточнить нормы межремонтных сроков службы для отдельных участков дорог, обосновать оптимальные коэффициенты загрузки дорог движением и др. Однако вряд ли целесообразно решать общую и достаточно сложную технико-экономическую задачу в условиях ежегодно выделяемых средств на ремонт дорог. Достаточно ограничиться частным случаем не обоснования, а эффективного распределения выделяемых ассигнований, используя результаты диагностики дорог. При планировании ремонта по результатам диагностики дорог потребность в ремонтах во всех случаях устанавливают на основе фактических транспортно-эксплуатационных показателей и параметров дороги (продольный уклон, модуль упругости дорожных конструкций, коэффициент сцепления и др.), отслеженных в процессе диагностики дорог. При этом в зависимости от поставленной задачи эффективно используют на практике в качестве критерия для определения вида работ или показатели обеспеченности расчётной скорости движения, характеризующие потребительские качества дороги, или «индексы соответствия», определяющие очередность дорожно-ремонтных работ, и, в частности, отдающие предпочтение для ремонта участкам, не соответствующим требованиям по безопасности дорожного движения.

Метод планирования, основывающийся на обеспеченности расчётной скорости движения, используют для детального анализа состояния дороги и оптимизации плана работ с учетом транспортного эффекта при разных условиях финансирования. Это технико-экономический метод, позволяющий оценить эффективность планируемых работ и степень их влияния на изменение транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

Метод планирования по «индексам соответствия», ориентирующийся на приоритет конкретного транспортно-эксплуатационного показателя, следует рассматривать в качестве вспомогательного инструмента для анализа результатов диагностики на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий и планирования работ, особенно в условиях ограниченного финансирования.

Планирование работ по критерию обеспеченности расчётной скорости движения (метод МАДИ). Используя результаты диагностики, по фактическим транспортно-эксплуатационным показателям и параметрам характерных участков дороги определяют [69] значения частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости K_{pcij} и сопоставляют их с нормативными значениями комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги $КП_н$ (при оценке показателей технического уровня дороги) и с предельно допустимыми его значениями (при оценке показателей эксплуатационного уровня дороги). В условиях ограниченного финансирования или при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается уточнять потребность в ремонте, обеспечивая комплексный транспортно-эксплуатационный показатель в пределах между нормативными и предельно допустимыми значениями: $КП_{тр} = (0{,}5\text{-}1) \times КП_н$.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В случае если на рассматриваемых участках частные коэффициенты обеспеченности расчётной скорости не отвечают предъявляемым требованиям ($К_{рсi} < КП_н$), осуществляют, согласно действующей классификации работ, соответствующие виды работ по ремонту и содержанию дороги (табл. 11.6).

Таблица 11.6

Частный коэффициент $К_{рсi}$	Учёт влияния	Виды дорожных работ при $К_{рсi} < КП_н$
$К_{рс}2$	Ширины и состояния обочин	Укрепление, уширение обочин
$К_{рс}3$	Интенсивности и состава движения, ширины фактически используемой укрепленной поверхности покрытия	Очистка, уширение проезжей части, устройство укрепительных полос, укрепление обочин, уширение мостовых сооружений, реконструкция дороги
$К_{рс}4$	Продольного уклона и видимости поверхности дороги	Смягчение продольного уклона, увеличение видимости
$К_{рс}5$	Радиуса кривых в плане	Увеличение радиуса кривых, устройство виражей, спрямление участка
$К_{рс}6$	Продольной ровности дорожного покрытия	Устройство выравнивающего слоя с поверхностной обработкой или восстановление верхнего слоя методами термопрофилирования и регенерации (ремонт покрытия при $Е_ф \geq Е_{тр}$)
		Ремонт (усиление) дорожной одежды при $Е_ф < Е_{тр}$

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$K_{pc}7$	Сцепных качеств покрытия	Устройство шероховатой поверхности методом поверхностной обработки, втапливания щебня, укладки верхнего слоя из многощебенистого асфальтобетона
$K_{pc}9$	Поперечной ровности покрытия (колеи)	Ликвидация колеи методами перекрытия, выравнивания, фрезерования
$K_{pc}10$	Безопасности движения	Мероприятия по повышению безопасности движения на опасных участках

Примечание. 1. Влияние $K_{pc}1$ и $K_{pc}8$ учитывается при оценке состояния дороги соответственно по $K_{pc}3$ и $K_{pc}6$. 2. $E_ф$ и E_{mp} - соответственно фактический и требуемый модули упругости дорожной одежды и земляного полотна.

Особое внимание надо уделять определению вида ремонта при $K_{pc}3 < КП_н$, характеризующем влияние интенсивности и состава движения на потребительские качества автомобильной дороги. Так, принятие решения о реконструкции дороги следует осуществлять только после оценки возможности доведения $K_{pc}3$ до нормативных величин за счёт осуществления более экономичных работ. Прежде всего, проверяют возможность увеличения $K_{pc}3$ за счёт очистки от загрязнения фактически используемой для движения ширины укрепленной поверхности. Данную проверку не проводят только для случая укрепления обочин материалами с использованием органических и неорганических вяжущих. Если в результате $K_{pc}3$ достигает нормативных величин, на рассматриваемом участке ограничиваются только содержанием дороги. В случае если очистка укреплённой поверхности от загрязнения не даёт желаемого результата, проверяют последовательно возможность ремонта или устройства краевых укрепительных полос, укрепления обочин и уширения проезжей части автомобильной дороги с соответствующим пересчётом значения $K_{pc}3$ для оценки эффективности ремонта.

В процессе планирования дорожно-ремонтных работ учитывается, что выполняемые ремонтные работы должны осуществляться комплексно. Например, при усилении дорожной одежды с целью повышения её прочности одновременно должны быть обеспечены требуемые сцепные качества покрытия за счёт устройства поверхностной обработки или использования для слоя усиления асфальтобетона соответствующего типа. При повышении прочности дорожной одежды одновременно улучшают также ровность покрытия за счёт укладки выравнивающих слоев. То есть в результате производства этих работ будет устранено влияние $K_{pc}6$ и $K_{pc}7$. Одновременно с устранением влияния отдельных совместно действующих факторов (K_{pcij}) на i-том характерном участке дороги при

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

проведении дорожно-ремонтных работ могут быть частично улучшены показатели, что важно для оценки эффективности назначаемых дорожно-ремонтных работ. В таблице 11.7, составленной на основе многолетних наблюдений, отражено влияние дорожно-ремонтных работ на изменение коэффициентов K_{pcij}.

Таблица 11.7

K_{pcij}, определяющий вид ремонта (см. табл. 11.6)	Влияние ремонта на коэффициенты K_{pci} при совместном действии факторов на i-том участке дороги: • - устранение влияния + - частичное повышение К„.й								
	$K_{pc}2$	$K_{pc}3$	$K_{pc}4$	$K_{pc}5$	$K_{pc}6$	$K_{pc}7$	$K_{pc}8$	$K_{pc}9$	$K_{pc}10$
$K_{pc}2$		+	+	+		+			+
$K_{pc}3$	•		•	•	•	•	•	•	•
$K_{pc}4$	•			•	•	•	•	•	•
$K_{pc}5$	•		•		•	•	•	•	•
$K_{pc}6$						•		•	+
$K_{pc}7$			+	+	+				
$K_{pc}8$					•	•		•	+
$K_{pc}9$					•	•			+

Примечание. K_{pci} - исходные значения ($K_{pci} < KП_н$);

K_{pc}* - значения показателя, повышенные в результате ремонта.

При ремонте по $K_{pc}2$: $K_{pc}3^* = K_{pc}3 + DK_{pc}3$; $K_{pc}4^* = K_{pc}4 \times DK_{pc}4$.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$K_{pc}5^* = K_{pc}5 \times DK_{pc}5$; $K_{pc}7^* = K_{pc}7 \times DK_{pc}7$; $K_{pc}10^* = K_{pc}10 \times DK_{pc}10$.

При ремонте по $K_{pc}6$: $K_{pc}8^* = 1{,}05K_{pc}8$; $K_{pc}10^* = 1{,}7K_{pc}10$.

При ремонте по $K_{pc}7$: $K_{pc}10^* = 1{,}15K_{pc}10$; $K_{pc}4\text{-}6^* = 1{,}15K_{pc}4\text{-}6$.

При ремонте по $K_{pc}8$: $K_{pc}10^* = 1{,}7K_{pc}10$.

При ремонте по $K_{pc}9$: $K_{pc}6^* = 1{,}5K_{pc}6$; $K_{pc}10^* = 1{,}5K_{pc}10$.

Значения DK_{pc} приведены в табл. 11.8 и 11.9

Таблица 11.8

Тип укрепления обочин	$DK_{pc}3$ для категории дороги			
	I	II	III	IV-V
Планировка обочин	0	0	0	0
Засев трав	0,05	0,06	0,12	0,14
Слой щебня или гравия	0,05	0,06	0,23	0,31
А/Б, Ц/Б, обработка вяжущим	0,12	0,15	0,42	0,47

Таблица 11.9

Тип укрепления обочин	Величины поправок к K_{pci}			
	$DK_{pc}4$	$DK_{pc}5$	$DK_{pc}7$	$DK_{pc}10$
Планировка обочин	1	1	1	1

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Засев трав	1	1	1	1
Слой щебня или гравия	1	1	1,12	1,12
А/Б, Ц/Б, обработка вяжущим	1,11	1,12	1,15	1,15

Использование этих данных позволяет оценить, насколько планируемые виды работ способны изменить влияющие факторы или довести значения частных K_{pci} до нормативных требований (т.е. практически устранить их действие и не требовать выполнения по ним соответствующих ремонтных работ). Например, если на рассматриваемой дороге не удовлетворяют требованиям K_{pc7}, K_{pc8} и K_{pc4}, то с учётом табл. 11.7 осуществляют частично реконструкцию дороги, выполняя работы по смягчению продольного уклона на участке. Если совместно действуют K_{pc2}, K_{pc6}, K_{pc8} и K_{pc10}, то на участке проводят укрепление обочин (не устраняется фактор K_{pc2}) и усиление дорожной одежды (K_{pc8}). Влияние K_{pc6} устраняется в результате проведения работ по усилению дорожной одежды. По K_{pc10} вид ремонтных работ не определяют. Этим фактором учитывается влияние проводимых дорожных работ на изменение скорости движения транспортных средств и улучшение условий по безопасности движения.

Частичное повышение значений коэффициентов обеспеченности расчётной скорости определяют с использованием зависимостей (см. примечание к табл. 11.7), полученных в результате статистической обработки данных о режимах движения автомобилей при разных состояниях дорожного покрытия.

Окончательный выбор видов и объёмов работ осуществляют в зависимости от условий финансирования:

по величине транспортного эффекта исходя из прироста комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги до и после ремонта;

по величине транспортного эффекта на рубль дорожных затрат по каждому виду ремонта;

по величине чистой прибыли, определяемой по разнице общего транспортного эффекта и суммы затрат на ремонт дороги, участка.

Транспортный эффект рассчитывают по разнице себестоимости перевозок до и после ремонта при средней скорости движения транспортного потока, вычисляемой с учётом коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{pcij}:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$V = 120 \times K_{pcij} - t \times s - DV$, где
(11.13)

t - функция доверительной вероятности (t = 1,64 для 95 %-ной обеспеченности);

s - среднее квадратическое отклонение скорости, км/ч;

DV - поправка к скорости движения в зависимости от интенсивности и состава движения транспортного потока, км/ч.

Эффект от выполнения дорожно-ремонтных работ рассчитывают как для отдельных характерных участков дороги, так и в целом для отдельных дорог и сети дорог в рассматриваемом регионе.

Планирование дорожно-ремонтных работ по «индексам соответствия» (Метод Росдорнии). Под «индексом соответствия» понимают уровень соответствия отдельных показателей и характеристик транспортно-эксплуатационного состояния дороги установленным требованиям. Потребность в ремонте оценивают с заранее установленным приоритетом транспортно-эксплуатационных показателей, определяющих виды дорожных работ. При этом предпочтение отдается показателю безопасности дорожного движения и эффективность ремонта оценивают только по степени снижения дорожно-транспортных происшествий.

При определении очерёдности работ по реконструкции помимо степени опасности участков дорог учитывают уровень загрузки движением. Первую очередь должны занять участки очень опасные и с наибольшим уровнем загрузки движением.

Во всех случаях [69] очерёдность ремонтных работ (табл. 11.10) определяют по состоянию участка, находящемуся в сочетании с отдельными характеристиками и элементами дорог (коэффициент сцепления, ровность покрытия, вираж и укрепление обочин). Однако вся основная часть важнейших транспортно-эксплуатационных показателей, геометрических параметров и физических характеристик состояния дорог (обеспеченная скорость и непрерывность движения, наличие колеи, ширина проезжей части и др.) не учитываются. Это ограничивает возможности и условия применения рассматриваемого метода на практике.

Таблица 11.10

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Очерёдность ремонтных работ	Состояние участка по условиям безопасности движения	Показатель очерёдности и состояния участка
Первая	Очень опасные или опасные и с неудовлетворительным коэффициентом сцепления	0
Вторая	Очень опасные или опасные и с неудовлетворительной ровностью, или (и) отсутствием виража, или (и) с неукреплённой обочиной	1
Третья	Малоопасные или неопасные и с неудовлетворительным коэффициентом сцепления	2
Четвертая	Малоопасные или неопасные и с неудовлетворительной ровностью, или (и) с отсутствием виража, или (и) с неукреплёнными обочинами	3
Пятая	Остальные участки, нуждающиеся в ремонте	4

Примечание. Участкам, не требующим ремонта, присваивается показатель очерёдности или состояния, равный 5.

11.6. Планирование ремонтных работ с учётом условий их финансирования и использованием программы технико-экономического анализа

Условия финансирования ремонта и содержания автомобильных дорог определяют стратегию планирования видов, объёмов и очерёдности производства работ. Особенности планирования работ по критерию обеспеченности расчётной скорости требуют дополнительного пояснения.

При достаточном финансировании в качестве критерия очередности работ принимают величину транспортного эффекта на перевозках грузов и пассажиров. Для практических целей используют условный относительный показатель себестоимости, позволяющий оценить приоритеты отдельных видов ремонтных работ, что важно для организации дорожно-ремонтных работ поточным методом. В

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

этом случае в первую очередь подлежат ремонту участки, для которых обеспечивается наибольший эффект $Э_{дj}$:

$$Э_{дj} = \sum_{1}^{n} \bullet K_{рсij} \frac{L_i \cdot N_{ci}}{100} = \max,$$ где
(11.14)

•$K_{рсij}$ - разница в величине фактического комплексного транспортно-эксплуатационного показателя $КП_{фi}$ на i-том характерном участке дороги **после** и **до** ремонта при рассматриваемом j-том виде ремонтных работ:

$$\bullet K_{рсij} = КП_{фi(после)} - КП_{фi(до)},$$
(11.15)

$КП_{фi}$ - минимальное значение из всех рассматриваемых на i-том участке дороги частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости движения $K_{рсi}$;

L_i - длина i-того участка дороги, подлежащего ремонту, км;

n - количество i-тых участков при j-том виде работ;

N_{ci} - фактическая интенсивность движения транспортного потока на i-том участке дороги, авт./сут.

По формуле (11.14) выполняется относительная оценка эффекта (по отношению к участку дороги длиной 1 км с движением транспортного потока интенсивностью 100 авт./сут) для обеспечения возможности сопоставления разновременных результатов расчета между собой применительно к дорогам разных категорий. Расчёт эффекта определяется по каждому виду работ в отдельности, считая, что другие виды работ на автомобильной дороге не проводятся. Например, в результате анализа фактического состояния дороги II категории с интенсивностью движения 3500 авт./сут установлены нижеследующие значения частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости $K_{рсi}$ (табл. 11.11):

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В таблице приведены значения $К_{рсi}$ на отдельных участках, не удовлетворяющие нормативному комплексному транспортно-эксплуатационному показателю $КП_н$. С учётом взаимного влияния факторов (см. табл. 11.7) определяем виды дорожных работ на дороге (дополнительно выделены):

укрепление обочин ($К_{рс}2$);

увеличение радиуса кривой в плане ($К_{рс}5$);

усиление дорожной одежды ($К_{рс}8$).

Таблица 11.11

Участок дороги, км	Частные коэффициенты $К_{рсi}$									
	$К_{рс}1$	$К_{рс}2$	$К_{рс}3$	$К_{рс}4$	$К_{рс}5$	$К_{рс}6$	$К_{рс}7$	$К_{рс}8$	$К_{рс}9$	$К_{рс}10$
1-2	**0,74**	**0,70**	1,00	1,00	-	0,80	0,75	**0,55**	-	**0,55**
2-3	1,10	**0,60**	1,00	1,00	1,00	**0,50**	0,75	**0,50**	-	0,90
3-4	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,90**	0,75	**0,60**	0,90	-	1,00

Влияния $К_{рс}1$, $К_{рс}6$ и $К_{рс}7$ устраняются в результате проведения указанного выше ремонта. Находим приоритет работ в соответствии с критерием (11.14).

Рассматриваем вид работ по $К_{рс}2$.

На км 1-2: скорость до ремонта определяется $К_{рс}8 = 0,55$. В результате ремонта по $К_{рс}2$ (см. табл. 11.7) действие $К_{рс}8$ не устраняется. Изменение величины $К_{рс}10$ не дает эффекта, т.е. скорость движения после ремонта также будет определяться $К_{рс(min)} = К_{рс}8 = 0,55$. Тогда по формуле (11.14) эффект в результате укрепления обочин на данном участке $Э_{д1\text{-}2} = 0$. Аналогично для участка км 2-3: $Э_{д2\text{-}3} = 0$. Суммарный эффект $Э_{об} = 0$.

Рассматривая по отдельности другие виды работ, устанавливаем, что усиление дорожной одежды на дороге (км 1-4) дает суммарный экономический эффект $Э_8 = 8,75$, а увеличение радиуса кривой в плане – $Э_5 = 14$. В результате целесообразно при обеспеченном финансировании прежде всего планировать комплекс работ по

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

увеличению радиуса кривой в плане с целью достижения максимальных потребительских качеств дороги.

При ограниченных ресурсах возникает потребность в рациональном распределении ежегодно выделенных средств по ремонтируемым участкам дороги. Вид и очередность ремонтных работ определяют по критерию, учитывающему отличия выполняемых ремонтных работ по межремонтным срокам службы. В первую очередь ($Э_o$) исправляют те параметры дороги, которые способствуют наибольшему снижению транспортных издержек на единицу вложенных средств в ремонт или реконструкцию участка дороги, не допуская дополнительных затрат из-за недоремонта дороги:

$$Э_o = \frac{1}{D_{ij}} \cdot \left(\sum_{1}^{T} \Delta St_j + \Delta D_j - \Delta P_j \right)_i = \max,$$

где

(11.16)

DS_{ij} - экономия затрат на перевозках в t-ый год после ремонта дороги, руб.;

DD_j - эффект, связанный с недопущением потерь из-за несвоевременности проведения или выполнения работ не в полном объёме, руб.;

DP_j - потери на перевозках из-за ухудшения условий движения в процессе проведения ремонтных работ, руб.;

D_{ij} - затраты на ремонт i-того участка дороги при j-том виде ремонтных работ, руб.;

T - фактический период суммирования величины эффекта на перевозках, годы.

Фактический период суммирования величины эффекта для случая укрепления обочин (определяющий K_{pc2}) принимают T = 3-15 лет в соответствии с нормами межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд (ВСН 41-88).

При уширении проезжей части (K_{pc3}), исправлении продольного уклона (K_{pc4}) и радиусов кривых в плане (K_{pc5}) период суммирования принимают равным t_{PEK}, но не более 20 лет, учитывая рекомендации СНиП 2.05.02-85.

Фактический срок службы автомобильной дороги до реконструкции:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$t_{PEK} = \frac{1}{\lg q} \cdot \lg \frac{N_{СНиП}}{N_1} + 1,$$ где

(11.17)

N_1 - интенсивность движения транспортного потока (или приведённая к расчетному легковому автомобилю при доле легковых автомобилей в транспортном потоке более 0,3) в первый год после ремонта дороги, авт/сут;

$N_{СНиП}$ - то же, по СНиП 2.05.02-85;

q - показатель роста интенсивности движения во времени ($q > 1$).

Эффект от работ по усилению дорожных одежд, устройства выравнивающих слоев с поверхностной обработкой (фактор $K_{рс6}$) и устранения колейности на проезжей части (фактор $K_{рс9}$) рассматривают в соответствии с ВСН 41-88 на период T = 3-20 лет, но не более t_{PEK}.

Эффект от устройства поверхностных обработок (фактор $K_{рс7}$) определяют исходя из норм межремонтных сроков службы дорожных покрытий (см. ВСН 41-88) T_n = 2-8 лет в зависимости от интенсивности движения, типа дорожной одежды и региональных условий.

Транспортный эффект, учитывающий межремонтные сроки службы, рост интенсивности движения, изменение состояния покрытия во времени и отдалённость затрат в любой t-тый год эксплуатации:

$$\Delta S_t = \Delta S_1 \cdot q^{t-1} \cdot \left(1 + \frac{1-t}{T-1}\right) \cdot \frac{1}{(1+E_{нп})^t},$$ где

(11.18)

DS_1 - экономия издержек на автомобильные перевозки в первый год после ремонта, руб.;

$E_{нп}$ - коэффициент для приведения разновременных затрат;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$E_{нп}$ = 0,08 - в соответствии с ВСН 21-83 Минавтодора РСФСР.

Экономию издержек на автомобильные перевозки определяют как сумму этих издержек для разных типов автомобилей

$$\Delta S_1 = \sum_1^w \Delta S_j,$$ где

(11.19)

w - количество типов автомобилей в транспортном потоке;

DS_j - экономия издержек для j-того типа автомобиля, руб.

Величину экономии издержек автомобиля на участке дороги длиной l_i (в км) определяют по формуле:

$$\Delta S_j = 3{,}65 \cdot l_j \cdot N_{cj} \cdot P_j \cdot \left[S_{ПЕРj} \cdot \left(K_{i(до)} - K_{i(после)}\right) + \left(S_{ПОСТj} + d_j\right) \cdot \left(\frac{1}{V_{ji(до)}} - \frac{1}{V_{ji(после)}} \right) \right],$$ где

(11.20)

P_j - доля j-того автомобиля в транспортном потоке;

$S_{ПЕРj}$ и $S_{ПОСТj}$ - расчётные значения переменных и постоянных затрат в себестоимости пробега j-того автомобиля, коп/маш.-км и коп/маш.-ч соответственно;

d_j - часовая заработная плата водителя, коп/маш.-ч;

K_i - коэффициент влияния дорожных условий;

V_{ij} - фактическая средняя скорость движения j-того автомобиля, км/ч.

Показатели $S_{ПЕРj}$; $S_{ПОСТj}$; q_j; K_i определяют в соответствии с ВСН 21-83 Минавтодора РСФСР.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Эффект, связанный с недопущением потерь из-за несвоевременности ремонта дорожной одежды, рассчитывают с учётом отдалённости затрат во времени:

$$\Delta D_j = \Delta h \cdot \frac{1}{(1+E_{нн})^t},$$ где

(11.21)

t = 1 год (при ежегодно выделяемых средствах на ремонт дорог);

D*h* - дополнительные затраты на усиление дорожной одежды, определяемые с учётом снижения фактического модуля упругости конструкции $E_{фt.}$ (МПа), определяемого по формулам (11.22) и (11.23).

В рассматриваемом случае можно пренебречь по малости затратами на установку дополнительных дорожных знаков, предупреждающих и ограничивающих скорость движения на участке, где не удается своевременно провести ремонтные работы:

$$E_{фt} = E_{it} \cdot K_{пр} \cdot K_{reg} \cdot K_{сш} \cdot \frac{K_д}{X_j},$$ где

(11.22)

$$E_{it} = A + B \cdot \left[\lg \left(\gamma \cdot \varpi \cdot N_1 \frac{q^{T_ф} - q^t}{q-1} \right) - 1 \right],$$

(11.23)

t = 1 (при ежегодно выделяемых средствах на ремонт дорог);

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

K_{np}; K_{reg}; K_{cu}; K_z; X_j; A; B; g; w - параметры, назначаемые в соответствии с ОДН 218.1.052-2002 [107] и учитывающие работу дорожных одежд в разных дорожно-климатических зонах и на дорогах разных категорий;

N_1 - интенсивность движения на полосе в первый год после проведения диагностики, приведённая к расчётным автомобилям (осевая нагрузка 100 кН), авт/сут;

$T_ф$ - фактический срок службы дорожной одежды с модулем упругости конструкции ($E_ф$, годы). Определяется по формуле (11.3) раздела 11.3.

Формула (11.23) справедлива при условии $5 < X < 10000$, где X - выражение под логарифмом. В случае если $X < 5$, участок требует немедленного ремонта.

Потери DP_j за счет нарушения режимов движения автомобилей в процессе ремонта дорог определяют по формуле, аналогичной (11.20), но используя значение скорости движения до ремонта и в процессе ремонта дороги и учитывая затраты за время проведения ремонтных работ, а не за период в 365 дней.

Эффект от проведения тех или иных ремонтных работ оценивают с учетом взаимного влияния факторов при их совместном действии (см. табл. 11.7). Определив величину эффекта на рубль дорожных затрат по каждому виду работ, осуществляют ранжирование работ по степени убывания эффекта. Последовательно суммируя затраты на ремонт, полученные величины сопоставляют с выделяемыми на ремонт средствами. Выбор работ по ремонту дороги прекращают в момент равенства фактических затрат и выделяемых денежных средств.

Расчёты по приведённым выше формулам достаточно трудоемки и требуют использования вычислительной техники. В то же время выбор видов и очередности работ по ремонту дороги в условиях ограниченных ресурсов может быть выполнен вручную по формуле, предложенной профессором А.П. Васильевым. Формула ориентируется на более простой критерий, оценивающий транспортные издержки приближённо через прирост комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния (после и до ремонта) $КП_i$:

$$Э_i = \frac{C_{ij}}{\bullet K_{pqi} \cdot N_c \cdot L_i} = \min,$$ где (11.24)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

•K_{pcji} - определяют по формуле (11.5);

C_{ij} - затраты, определяемые для каждого i-того участка дороги и j-того вида работ;

N_c и L_i - соответственно интенсивность движения транспортного потока (авт/сут) и длина участков в км.

Анализ частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости на каждом i-том участке осуществляют аналогично изложенному выше, рассматривая возможность ремонта по каждому коэффициенту $K_{pci} < КП_н$. Решение задачи выполняют, принимая во внимание, как и при расчётах по критерию (11.16), что отдельные виды ремонтов хотя и не устраняют действие отдельных факторов, но изменяют (повышают) величину их частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости K_{pci}. Степень увеличения неустраняемых K_{pci} определяют по табл. 11.7. Вспомогательные величины - по табл. 11.8 и 11.9.

Окончательно выбирают вариант с максимальным значением фактического комплексного транспортно-эксплуатационного показателя $КП_{ф(после)}$ для рассматриваемых участков дороги или сети дорог в целом. По результатам расчетов составляют титульный список ремонтируемых или реконструируемых дорог, обеспеченных выделенным объёмом финансирования, реализация которого даёт наибольший транспортный эффект пользователям дорог.

Стратегия планирования дорожно-ремонтных работ на основе результатов диагностики, принципы определения видов, объемов и очередности работ реализованы в вычислительной программе ODRR (В разработке программы принимали участие В.К. Апестин, Е.О. Ванина и С.С. Куликов.), разработанной МАДИ (ГТУ) и ГП Росдорнии. Программа работает как в среде DOS, так и в среде Windows 95/98, обеспечивая планирование ремонта при различных условиях финансирования (полная обеспеченность или ограниченные ресурсы).

Программа ODRR, по существу, представляет собой программный комплекс, обеспечивающий оценку вводимой информации о состоянии дороги по результатам диагностики, укрупнение при необходимости небольших участков дороги, назначение видов ремонта, оценку эффективности работ по изменению потребительских качеств дороги и распечатку получаемых результатов. Язык программирования - фортран, СИ, паскаль. На рис. 11.4 в общем виде пояснены особенности работы программы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

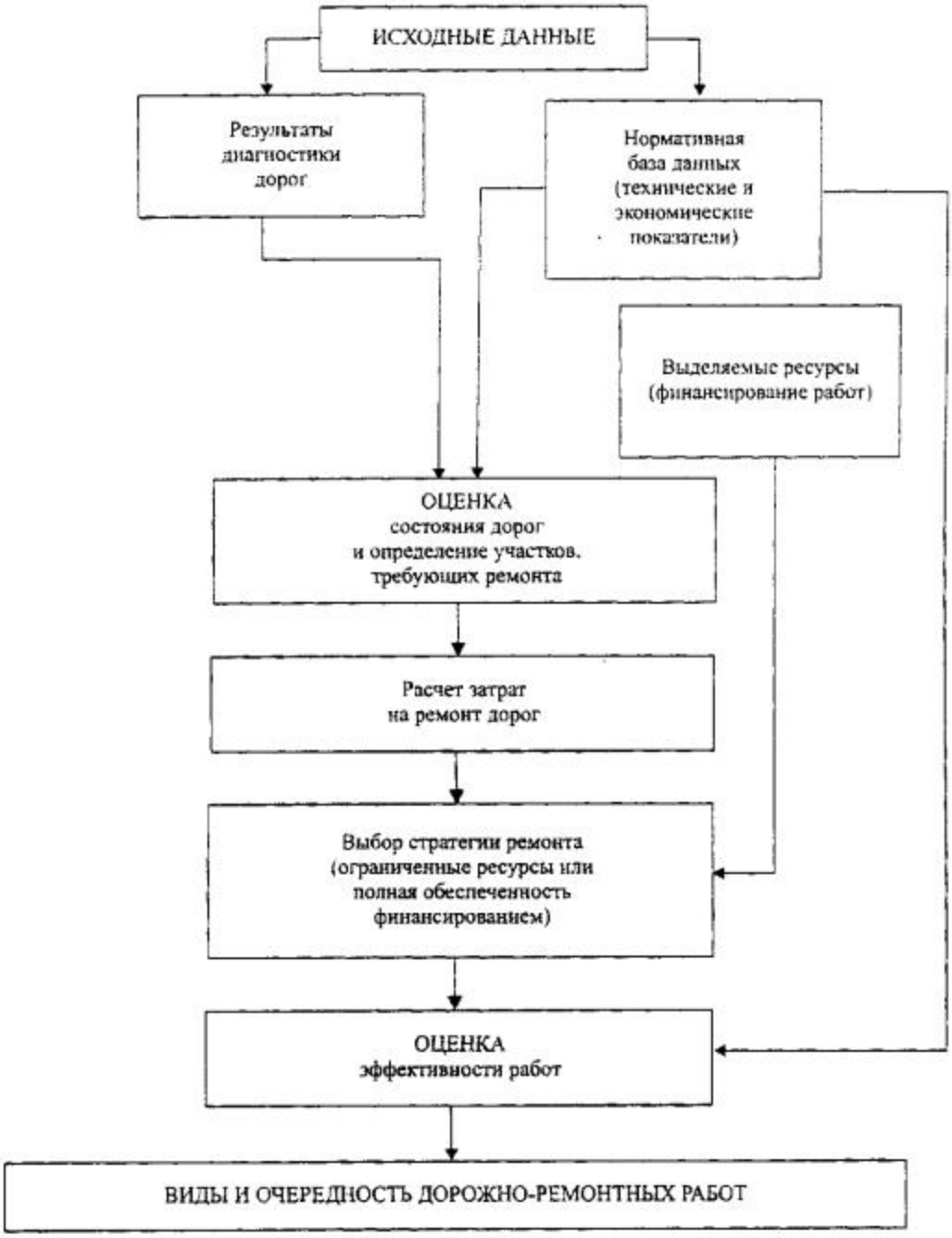


Рис. 11.4. Укрупненная схема выбора стратегии дорожно-ремонтных работ

Стратегия ремонта выбирается автоматически исходя из нормы ежегодно выделяемых средств на ремонт дорог. В качестве исходных данных используются непосредственно параметры и транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог, полученные при проведении диагностики. Пример ввода информации о состоянии дорог в файл исходных данных программы ODRR приведён в табл. 11.12.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Таблица 11.12

Расчет объемов и очередности дорожно-ремонтных работ на автомобильных дорогах _____ области

Основные исходные данные:

Значение дороги - федеральная:_____

Дорожно-климатическая зона - 2

Характер рельефа местности - равнинный

Территориальный коэффициент

стоимости - 1,00

Испытание дорожной одежды проведено методом нагружения колесом автомобиля

А* -125 МПа

В* - 68 МПа

	№ участка	Расположение участка		Категория дорог	Количество полос движения	Фактическая интенсивность движения, авт./сут	Показатель роста интенсивности движения, %	Дорожная одежда:		
		(от км + м -	до км + м)					Период эксплуатации, годы	Тип	Модуль Упругости, МПа
	Автомобильная дорога № 1234, ДРСУ № 12									
*	1	140+000-	-141+000	2	2	3000	5	15	1	180
*	2	141+000-	-143+500	2	2	3000	5	16	1	175
*	3	143+500-	-144+000	2	2	3000	5	15	1	250

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

*	4	144+000- -146+200	2	2	3000	5	16	1	160	
*	5	146+200- -148+000	2	2	3000	5	16	1	140	
*	6	148+000- -149+000	2	2	3000	5	16	1	230	
		Автомобильная дорога № 5678, ДРСУ № 23								
*	7	149+000- -150+000	3	2	1000	5	13	2	150	
*	8	150+000- -153+500	3	2	1000	5	14	2	160	
*	9	153+500- -154+000	3	2	1000	5	14	2	190	
*	10	154+000- -154+970	3	2	1000	5	14	2	100	
*	11	154+970- -155+000	3	2	1000	5	14	2	*	

Продолжение таблицы 11.12

№ участка	Обочины:		Ширина укрепления поверхности, м	Ширина разделительной полосы, м	Продольный уклон, ‰	Кривые в плане:		Ровность по ТХК, см/км	Коэффициент сцепления	Глубина колеи, мм	Коэ отно ава
	Ширина, м	Тип укрепления				Радиус, м	Вираж				
	Автомобильная дорога № 1234, ДРСУ № 12										
* 1	2.5	2	9.5	*	40	800.	+	114	0.15	*	

*	2	3.5	2	8.8	*	50	700.	+	129	0.26	*	
*	3	2.5	2	9.5	*	20	800.	+	100	0.22	*	
*	4	2.5	2	9.1	*	20	*	*	275	0.27	*	
*	5	3.3	3	9.5	*	45	800.	+	316	0.28	*	
*	6	2.5	2	9.5	*	35	2500.	+	100	0.28	*	
					Автомобильная дорога № 5678, ДРСУ № 23							
*	7	3.1	3	7.4	*	35	850.	-	258	0.19	*	
*	8	2.9	3	6.2	*	32	850.	-	240	0.18	*	
*	9	3.1	3	7.4	*	31	950.	-	200	0.18	*	
*	10	2.5	4	7.3	*	45	850.	-	292	0.14	*	
*	11	*	*	7.3	*	30	*	*	200	0.25	2	

П р и м е ч а н и е: *K_{cu} - коэффициент, учитывающий сопротивление конструктивных слоев сдвигу и растяжению при изгибе; **K_z - коэффициент, зависящий от фактической интенсивности движения.

Ввод исходной информации о состоянии дорог возможен как вручную, так и автоматически из любого банка данных при разработке специальной подпрограммы, обеспечивающей формирование файла исходных данных в формате ТЕКСТ. Для ручного ввода информации может быть использован текстовой редактор Лексикон версии 1.3 или другой редактор, работающий в среде DOS или WINDOWS. Укрупнение вводимых характерных участков дороги осуществляется автоматически, исходя из точности оценки параметров автомобильной дороги и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

отдельных транспортно-эксплуатационных показателей при диагностике автомобильных дорог.

Программа рассчитана на одновременную обработку до 10000 участков дороги. Однако надо учитывать, что с увеличением количества вводимых участков объём программы увеличивается и существенно возрастает время проведения расчётов.

В настоящее время базовый вариант программы обеспечивает обработку до 100 вводимых участков, что обычно приемлемо, учитывая сопоставимость результатов расчёта (по эффективности и очередности работ), фиксируемых в разных файлах результатов ODRR.RES.

Особенностью программы является специальный файл, содержащий нормативную базу данных и поддающийся редактированию пользователем программы при изменении соответствующих показателей в нормативной литературе и величин стоимостных показателей в случае изменений в ценообразовании или использовании договорных цен. Пользователю программой предоставляется также возможность корректировки данных по составу движения и ввода в программу необходимого количества типов автомобилей. В качестве исходных данных для планирования работ по усилению дорожных одежд могут использоваться результаты полевых испытаний как методом нагружения колесом автомобиля, так и методом кратковременного нагружения с применением различных установок динамического нагружения.

Файл результатов содержит информацию о введенных основных исходных данных (см. табл. 11.12), таблицу экономического эффекта на рубль затрат по каждому участку, требующему ремонта (для случая ограниченных ресурсов) и таблицу видов работ, ранжированных по очередности выполнения.

Программа позволяет получать решения при разных требованиях к транспортно-эксплуатационному состоянию дорог и планировать дорожно-ремонтные работы как на отдельных дорогах, так и сети дорог региона в целом. Отрабатываются версии программы ODRR, позволяющие оценить остаточный срок службы автомобильных дорог по отдельным транспортно-эксплуатационным показателям (ровности покрытия, несущей способности дорожных конструкций и др.), а также обеспечить решение в случае неполной информации о состоянии дорог путем прогнозирования соответствующих данных, ориентируясь на наиболее вероятные региональные условия и данные о фактических периодах эксплуатации автомобильных дорог, дорожных одежд и покрытий на рассматриваемый момент времени.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ГЛАВА 12. Мероприятия по организации и обеспечению безопасности движения на дорогах

12.1. Методы организации и обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах

Одна из важнейших задач дорожно-эксплуатационной службы состоит в разработке и реализации мероприятий по организации и обеспечению безопасности движения на эксплуатируемых дорогах, которые неразрывно связаны между собой, поскольку без организации движения невозможно обеспечить его безопасность.

Организация дорожного движения - комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на максимальное использование транспортными потоками возможностей, представляемых геометрическими параметрами дороги и её состоянием. Она включает: размещение и разделение транспортных потоков по ширине проезжей части и направлениям движения, ориентирование водителей о направлении движения; разделение потоков на группы автомобилей, следующих с разными скоростями; разделение траекторий движения на сложных участках; обеспечение возможности перехода с одной полосы на другую и т.п. К организации движения относится также информация о наиболее целесообразных маршрутах и условиях движения.

В соответствии с Законом Российской Федерации «О безопасности дорожного движения» под этим термином понимают состояние данного процесса, отражающего степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий.

Применительно к автомобильным дорогам под безопасностью дорожного движения следует понимать комплекс инженерно-технических, планировочных и организационных решений и мероприятий, защищающих участников движения от дорожно-транспортных происшествий и их последствий.

Дорожная составляющая организации и обеспечения безопасности движения включает в себя комплекс геометрических параметров плана, продольного и поперечного профилей дороги, их инженерного оборудования и обустройства, а также показателей эксплуатационного состояния и уровня содержания, исключающих вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий по вине дорожных условий и снижающих тяжесть последствий ДТП по другим причинам.

Основные методы организации движения состоят в разделении потоков на однородные группы транспортных средств и рациональном распределении их по видам, месту и времени в целях уменьшения вероятности конфликтов между

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

отдельными типами транспортных средств, а также транспортными средствами, движущимися с различными скоростями и в различных направлениях.

На эксплуатируемых дорогах основными техническим средствами организации движения являются разметка, направляющие устройства, дорожные знаки и указатели, светофоры. К мероприятиям по организации движения относятся также и улучшение дорожных условий, которое выполняется в процессе ремонта; улучшение планировки пересечений, устройство дополнительных полос на подъёмах, направляющих островков и т.д.

Разделение потоков **по видам** транспортных средств является эффективным путем уменьшения числа ДТП и транспортных задержек, а также создает возможность более рационального использования дорожной сети различными транспортными средствами и пешеходами. Разделение потоков по видам производят путём установки знаков запрещения движения велосипедистов, тракторов, тяжёлых грузовых автомобилей, сельскохозяйственной и другой техники по дорогам общего пользования и светофоров на пересечениях в одном уровне; устройством для пешеходного движения подземных и надземных переходов, пересечений типа «зебра», пешеходных дорожек и тротуаров или установкой светофоров, включаемых пешеходами; пропуском ненормативных грузов, а по возможности и организованных колонн в наименее напряжённое для движения время суток и т.д.

Для разделения потоков **по уровням** устраивают пересечения с автомобильными и железными дорогами в разных уровнях; надземные и подземные пешеходные переходы.

Разделение потоков **по направлениям** предусматривает упорядочение транспортных потоков и выделение для каждого направления движения специальных полос. Оно осуществляется путём устройства самостоятельных проезжих частей для движения в разных направлениях с разделительной полосой между ними или нанесением сплошных линий разметки; устройством разделительных островков на кривых малых радиусов; устройством канализированных пересечений в одном уровне путем строительства направляющих островков или выделением их разметкой покрытия.

Разделение движущихся транспортных средств от стоящих автомобилей осуществляется путём устройства укреплённой стояночной полосы обочины и отделения её разметкой; строительством остановочных площадок около автобусных остановок, пунктов питания и т.д.

Разделение транспортных потоков **по скоростям** имеет большое значение для повышения удобства и безопасности движения, приводя к уменьшению числа обгонов. В этих целях при эксплуатации дорог устраивают дополнительные полосы для медленно движущихся автомобилей на подъемах; уширяют проезжую часть и

выделяют полосы разгона и торможения на пересечениях и примыканиях дорог, а также у автобусных остановок; ограничивают верхний, нижний или тот и другой предел скорости по отдельным полосам движения; запрещают проезд тихоходных транспортных средств по автомобильным дорогам.

Регулирование скоростного режима - это наиболее распространённый способ организации движения, обеспечивающий повышение экономичности перевозок, безопасности и пропускной способности дороги. Скорость движения является самой важной характеристикой дороги. При благоприятных дорожных условиях современные автомобили могут развивать высокие скорости.

Правила дорожного движения на автомобильных дорогах разрешают движение: легковым автомобилям и грузовым автомобилям с разрешённой максимальной массой не более 3,5 т на автомагистралях - со скоростью 110 км/ч, на остальных дорогах - не более 90 км/ч; междугородным и особо малым автобусам и мотоциклам на всех дорогах не боле 90 км/ч; другим автобусам, грузовым автомобилям с разрешённой максимальной массой более 3,5 т на автомагистралях - не более 90 км/ч, на остальных дорогах не более 70 км/ч. В населённых пунктах разрешается движение всех транспортных средств со скоростью не более 60 км/ч.

Однако в реальных условиях скорость движения одиночных автомобилей, а тем более транспортных потоков во многих случаях ниже допустимых и неравномерно изменяется на различных участках. Наибольшее влияние на снижение скорости в свободном потоке оказывают ровность и сцепные качества покрытий, сопротивление качению, ширина проезжей части, видимость поверхности дороги, продольные уклоны и радиусы в плане. При увеличении плотности транспортного потока скорость его движения снижается пропорционально интенсивности. Наблюдения показывают, что в среднем скорость транспортного потока составляет 0,6-0,8 от расчётной или максимально обеспеченной.

Учитывая важность скорости движения как технико-экономического показателя качества дорог, технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог требуют принятия всех мер для обеспечения максимально возможных безопасных скоростей движения на каждом участке дороги и в любое время года. На дороге не должно быть участков с необеспеченной расчётной скоростью в нормальных условиях движения; на ней может быть допущено ограничение максимально возможной или безопасной скорости в неблагоприятных погодно-климатических условиях, но не ниже установленного уровня.

Задачи регулирования скорости состоят в повышении безопасности движения, средней скорости транспортного потока и пропускной способности. Как правило, решение этих задач взаимосвязано. Однако приоритетность и значимость их зависит от конкретных условий. Наиболее важной и долговременной является задача повышения средней скорости транспортного потока. Она может быть решена путём повышения на всём протяжении максимальной обеспеченной

безопасной скорости движения, сокращением размаха скоростей на каждом участке дороги и уменьшением влияния интенсивности и состава транспортного потока на скорость движения. Повышение и выравнивание скоростей движения по длине дороги может быть достигнуто улучшением ровности и сцепных качеств покрытия, устройством разметки, уширением проезжей части, укреплением обочин, смягчением продольных уклонов, увеличением радиусов кривых в плане, увеличением видимости и другими мероприятиями, входящими в комплекс работ по содержанию и ремонту дорог.

По условиям обеспечения безопасности движения обычно ограничивают верхние пределы скорости. Ограничение скорости бывает двух видов. В первом случае - это повсеместное общее ограничение, устанавливаемое правилами дорожного движения. Во втором - местное, вызванное конкретными обстоятельствами, обычно дорожными условиями.

Указанные ограничения способствуют сокращению размаха колебаний скорости в транспортном потоке, что уменьшает внутренние помехи в нём и является важным условием безопасности движения. С уменьшением размаха скоростей средняя скорость движения транспортного потока стабилизируется, становится однороднее, число обгонов сокращается, относительная аварийность снижается.

Задача повышения пропускной способности методами регулирования скоростей возникает на участках дорог высших категорий в периоды наибольшей загрузки движением и при неблагоприятных условиях погоды. Аналогичная задача возникает для дорог III-IV категорий на участках подходов к крупным городам.

Регулирование скоростей осуществляют установкой дорожных знаков 3.24 «Ограничение максимальной скорости» совместно с предупреждающим знаком, информирующим о причинах вводимого ограничения. При регулировании скоростей движения соблюдают определенные принципы. Прежде всего необходимо строго обосновывать пределы ограничения скорости. Ограничение скорости, не соответствующее реальным условиям движения, наносит ущерб экономичности перевозок, непонятно водителям и большинством из них не выполняется, что дискредитирует всю работу по организации движения.

Исследования канд. техн. наук М.Б. Афанасьева показали, что за верхний предел ограничения целесообразно принимать скорость транспортного потока 85 %-й обеспеченности. Это ограничение близкое к оптимальной скорости по условиям обеспечения безопасного движения, что подтверждается зависимостью между вероятностью ДТП и отклонением скорости движения от средней, полученной американскими специалистами [3]. Установлено, что наиболее безопасным является движение со скоростью, которая больше средней для транспортного потока на 6-8 км/ч, что на участках ограничения близко к скорости транспортного потока 85 %-й обеспеченности.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Необходимо обеспечить плавное изменение скорости по длине дороги. Отношение максимальных скоростей в начале и конце участка не должно превышать в равнинной местности: для дорог I и II категорий - 0,9; для дорог III категории - 0,8 и для дорог остальных категорий - 0,7; а в пересечённой местности - соответственно 0,8, 0,7 и 0,6 [3].

Наиболее эффективным является перепад снижения скоростей на смежных участках в 20 км/ч, а минимальный предел ограничения скорости на дорогах не должен быть ниже 40 км/ч, кроме случаев, когда ограничение вводится на участках со скользким покрытием (гололёд, снежный накат), а также на особо опасных участках (например, около школ). Снижение скорости с перепадом более 20 км/ч производят ступенями так, чтобы обеспечить плавное снижение скорости с замедлением не более 0,5 м/с^2, для чего расстояние между знаками должно быть не менее 150-200 м. Ограничение должно действовать только тогда, когда действует ограничивающий фактор.

Для повышения пропускной способности в зависимости от условий движения может быть необходимым как ограничение, так и повышение скорости, что вытекает из зависимости пропускной способности от скорости движения. Наибольшее значение пропускной способности достигается при скоростях 55-60 км/ч для сухого покрытия; 50-55 км/ч для мокрого шероховатого; 35-40 км/ч для снежного наката (см. главу 8). Поэтому с позиций увеличения пропускной способности на участках, где скорость выше указанных величин, необходимо принимать меры к ограничению скорости, а на участках, где скорость ниже указанных величин, необходимо принять меры по обеспечению более высоких скоростей в периоды высокой интенсивности движения.

В процессе эксплуатации автомобильных дорог дорожные организации должны осуществлять все мероприятия, направленные на обеспечение безопасности, улучшение организации движения и выполнение требований Закона «О безопасности дорожного движения».

Планирование мероприятий по безопасности дорожного движения производится на основе результатов учета и анализа дорожно-транспортных происшествий, диагностики и оценки состояния автомобильных дорог, их сезонных осмотров, а также анализа эффективности проводимых ранее мероприятий. Мероприятия по обеспечению безопасности движения должны осуществляться в первую очередь на участках концентрации ДТП, сначала на опасных участках дорог, а затем на малоопасных. К основным мероприятиям по обеспечению безопасности движения и улучшению его организации относятся:

поддержание требуемой ровности покрытия, устранение дефектов покрытия в виде выбоин, трещин и других деформаций;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

поддержание требуемой шероховатости покрытия, обеспечивающей необходимый коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием;

улучшение в процессе ремонтных работ характеристик геометрических элементов дорог в пределах норм, установленных для дорог соответствующих категорий;

осуществление канализирования движения путем устройства островков безопасности на пересечениях дорог, переходно-скоростных полос в зонах пересечений и автобусных остановок, строительства тротуаров и велосипедных дорожек на участках дорог, проходящих через населённые пункты, пешеходных переходов (в том числе в разных уровнях), устройство стоянок, площадок отдыха;

улучшение организации движения и повышение его безопасности путем установки дорожных знаков, ограждений и нанесения разметки, устройства трясущих полос, аварийных съездов и применением других технических средств и методов, включая автоматизированные системы управления движением и системы дистанционного управления знаками со сменной информацией;

оборудование мест производства дорожных работ необходимыми техническими средствами организации дорожного движения;

борьба с зимней скользкостью и снежными отложениями на дорогах и др.

Порядок установки дорожных знаков и ограждений, а также нанесения разметки изложен в п. 13.3.

12.2. Обеспечение ровности и шероховатости дорожных покрытий

Недостаточная ровность и сцепные качества покрытий являются главной причиной 70-85 % ДТП по вине дорожных условий. Поэтому обеспечению ровности и сцепных качеств покрытия в процессе эксплуатации дороги необходимо уделять особое внимание.

Мероприятия, выполняемые с этой целью, можно разделить на периодически повторяемые и повседневные. К первым относятся ремонтные работы: устранение выбоин и ям, удаление волн, наплывов, возобновление слоев износа с выравниванием поперечного профиля; поверхностные обработки, укрепление обочин, устройство твёрдых покрытий на съездах, въездах и пересечениях. К повседневным мероприятиям относятся: регулярная очистка от пыли и грязи, россыпь каменной мелочи в жаркое время по выступающему битуму, борьба с гололёдом и снежными заносами. Все перечисленные мероприятия целесообразно выполнять поочерёдно, начиная с наиболее опасных участков, выявленных на дорогах.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Своевременно и тщательно проведенные ремонтные работы и работы по содержанию помогают восстановить требуемую ровность на определённый период времени. Важным фактором обеспечения требуемой ровности поверхности дорожных покрытий является её систематический контроль, позволяющий постоянно следить за состоянием дорожной одежды и её покрытия и на основании материалов контроля планировать соответствующие ремонтные работы.

Существуют различные методы назначения ремонтных работ с целью повышения ровности поверхности дорожных покрытий. Доктор техн. наук О.А. Красиков рекомендует для выбора рационального инженерного мероприятия по восстановлению ровности дорожных покрытий в зависимости от конкретных условий и реальных возможностей, исходя из материально-технического и финансового обеспечения, руководствоваться зависимостью, обеспечивающей прогноз выравнивания дорожных покрытий в результате выполнения различного рода ремонтных мероприятий [6]:

$S_n = a + b \times S_t$, где
(12.1)

S_n, S_t - ровность дорожного покрытия после и до проведения ремонта, см/км;

a, b - параметры уравнения, значения которых зависят от вида дорожно-ремонтных работ (табл. 12.1).

Таблица 12.1

Значения параметров a и b в уравнении (12.1)

№ п/п	Ремонтное мероприятие	a	b
1.	Одиночная поверхностная обработка на асфальтобетонном покрытии	24,62	0,72
2.	Одиночная поверхностная обработка на черногравийных покрытиях	41,28	0,44
3.	Ремонт покрытия из черногравийных смесей путём его вскирковки, перемешивания и последующей укладки	9,93	0,66
4.	Укладка выравнивающего слоя асфальтобетона толщиной 3-4 см	7,65	0,15

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При планировании ремонтных работ вероятную ровность дорожного покрытия на *t*-ый год эксплуатации дороги можно подсчитать с помощью уравнения

$$S_o = \left[1 + C \cdot E_{min}^{m} \cdot \left(n \cdot N \cdot \frac{q^t - 1}{q - 1}\right)^{a \cdot E_{min}^{b}}\right],$$

где

(12.2)

S_o - ровность дорожного покрытия в начальном году;

C - коэффициент вариации модуля упругости, принимаемый постоянной величиной за период между капитальными ремонтами;

E_{min} - фиксированное значение модуля упругости дорожной одежды;

n - параметр:

$$n = 0{,}02 \cdot E_{min}^{0{,}7};$$

N - приведённая к расчётной нагрузке интенсивность движения в первый год службы дорожной одежды, авт./сут;

q - коэффициент ежегодного прироста интенсивности движения;

m - относительное изменение ровности дорожного покрытия;

a, b - параметры: для дорожных одежд капитального типа a = 1,0303, b = 0,0269; для дорожных одежд облегчённого типа a = 1,1750, b = 0,1339.

Особенно важно соблюдать требования к сцепным качествам покрытий на опасных участках: на спусках, кривых малого радиуса и на подходах к ним на расстоянии не менее 50-100 м, в населенных пунктах, на участках с ограниченной видимостью, в пределах пересечений и примыканий, съездов и переездов, на расстоянии 50-100 м в каждую сторону от съезда по основной дороге, на левоповоротных съездах и тормозных участках переходно-скоростных полос и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

пересечений в разных уровнях. Наиболее эффективный способ устранения скользкости покрытий - создание на них шероховатой поверхности.

Обеспечение шероховатости. Шероховатость, соответствующая требованиям безопасности дорожного движения, обеспечивается комплексным подходом к проектированию и строительству дорожного покрытия и слоя износа на его поверхности. Как правило, слой износа устраивается с шероховатой поверхностью. Слой износа может представлять собой часть покрытия, не включаемую в расчёт по прочности. Слой износа может устраиваться в виде дополнительного тонкого слоя на поверхности покрытия, как правило из материала, отличного от материала покрытия. В зависимости от требуемого типа шероховатости дорожного покрытия используют различные методы её устройства (табл. 12.2).

Таблица 12.2

Методы устройства шероховатой поверхности на покрытиях дорог (ВСН 38-90)

Тип шероховатости	Методы устройства на покрытиях
Асфальтобетонные и другие чёрные покрытия (при новом строительстве и в период эксплуатации)	
Мелкошипованные	1. Устройство верхнего слоя покрытий из а/б типа Б, $Б_х$, Г, $Г_х$, $Д_х$ с использованием в смесях щебня и дроблёного песка из труднополирующихся горных пород или щебня разной прочности 2. Поверхностная обработка битумным щебёночным шламом с содержанием до 40 % щебня размера менее 15 мм 3. Втапливание чёрного щебня в поверхность слоя асфальтобетона типов В, $В_х$, $Д_х$ 4. Устройство слоя износа из песчано-резино-битумных смесей
Мелкошероховатые	1. Устройство верхнего слоя покрытия из горячего а/б типа А с содержанием в смеси 50-60 % щебня из труднополирующихся горных пород размером до 15 мм 2. Устройство верхнего слоя покрытия из открытых битумоминеральных смесей с содержанием в смеси 55-65 % щебня размером до 15 мм

	3. Поверхностная обработка с применением битума, эмульсий и щебня
Среднешипованные	1. Втапливание чёрного щебня в поверхность свежеуложенного а/б типа В, $В_Х$, $Д_Х$ 2. Устройство верхнего слоя из открытых битумоминеральных смесей с использованием щебня размером до 20 мм в количестве 55-65 % 3. Поверхностная обработка с применением битума, эмульсий и щебня
Среднешероховатые	1 .Поверхностная обработка с применением битума, эмульсий и щебня 2. Поверхностная обработка битумным шламом с использованием щебня размером до 20 мм в количестве не менее 55 % 3. Устройство верхнего слоя из открытых битумоминеральных смесей с использованием щебня размером до 20 мм в количестве 65-85 % 4. Втапливание чёрного щебня в поверхность слоя асфальтобетона типа В, $В_Х$, $Д_Х$
Крупношипованные	1. Устройство верхнего слоя из открытых битумоминеральных смесей с использованием щебня размером до 25 мм в количестве 65-85 %
Крупношероховатые	1. Поверхностная обработка с применением битума, эмульсии и щебня
Цементобетонные покрытия (при новом строительстве и в период эксплуатации)	
Мелкошипованные	1. При новом строительстве: обработка поверхности свежеуложенного бетона специальными щётками поперёк проезжей части 2. В период эксплуатации: а) обработка поверхности покрытия высокотемпературным пламенем, кислотой или другими химическими веществами; б) поверхностная обработка с применением эпоксидного вяжущего и дроблёного песка из труднополирующихся горных пород

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Мелкошероховатые	1. При новом строительстве: а) втапливание прочного щебня размером до 15 мм в поверхность свежеуложенного бетона; б) устройство двухслойных цементобетонных покрытий с верхним слоем из специально подобранных смесей с цементным раствором пониженной прочности и щебнем из труднополирующихся горных пород 2. В период эксплуатации: нарезка бороздок в поверхностном слое покрытия алмазными дисковыми нарезчиками
Среднешероховатые	1. При новом строительстве: втапливание прочного щебня размером до 20 мм в поверхность свежеуложенного бетона 2. В период эксплуатации: а) устройство верхнего слоя из открытых битумоминеральных смесей с использованием щебня размером до 20 мм в количестве 65-85 %; б) То же, с использованием щебня размером до 25 мм в количестве 55-65 %
Крупношипованные	1. В период эксплуатации: устройство верхнего слоя из открытых битумоминеральных смесей с использованием щебня размером до 25 мм в количестве 65-85 %
Крупношероховатые	1. В период эксплуатации: двойная поверхностная обработка с применением резинобитумного вяжущего и черного щебня размером 20-25 мм для нижнего слоя и 15-20 мм для верхнего слоя

П р и м е ч а н и е. Втапливание щебня в свежеуложенный бетон рассматривается как перспективный метод.

Тип шероховатой поверхности (см. главу 7) назначают в зависимости от категории дороги: для дорог I категории – $С_{шер}$ или $К_{шер}$; II категории - $С_{шер}$, $К_{шер}$, $М_{шер}$; III категории - $С_{шер}$, $К_{шер}$, $М_{шер}$, $К_{шип}$, $С_{шип}$; IV и V категорий - $К_{шер}$, $С_{шер}$, $К_{шип}$, $М_{шер}$, $М_{шип}$.

При создании шероховатой поверхности на покрытиях из асфальтобетонов типа В, $В_х$, $Д_х$ путём строительства поверхностной обработки с применением битума или битумной эмульсии или втапливания щебня в поверхность свежеуложенного асфальтобетона размер щебня, использованного для создания шероховатости, и начальная глубина впадин макрошероховатости должны быть рассчитаны. При

этом необходимо учитывать интенсивность и скорость движения автомобилей, состав транспортного потока, характеристики атмосферных осадков, требования безопасности движения, необходимый срок службы шероховатой поверхности, требования охраны природы, облегчение содержания дорог в холодный период года. Необходимо учитывать и требования экономики: стоимость строительства должна быть наименьшей, шероховатость должна сохраняться в течение заданного периода времени, сопротивление качению автомобильных шин должно быть минимальным. Расчёт макрошероховатости заключается в назначении высоты её неровностей на последний год службы, определении начальной макрошероховатости и микрошероховатости в конце периода работы покрытия или слоя износа, проверке соответствия назначенных параметров макрошероховатости требованиям дренажа воды и др. [63].

Размер шероховатости поверхностной обработки регулируют подбором размера щебня, однако крупношероховатые поверхностные обработки, устраиваемые из щебня размером 15-20 и 20-25 мм, не рекомендуется применять на участках дорог в пределах населенных пунктов, поскольку они способствуют повышению уровня шума от проезжающих автомобилей.

В районах с частыми снегопадами, большими снегопереносами и гололедом влажный снег и лёд забивают зазоры между выступами и повышают скользкость покрытий. Поэтому устройство крупношероховатых покрытий в районах с длительной зимой нецелесообразно. Не имеет смысла устройство шероховатых покрытий в засушливых районах, где основную часть года стоит сухая, жаркая погода.

В зависимости от типа покрытия устраивают одиночную, двойную, а в некоторых случаях тройную обработку, поскольку шероховатая обработка одновременно служит и слоем износа и защитным слоем покрытия. На асфальтобетонных и усовершенствованных облегченных покрытиях устраивают преимущественно одиночную поверхностную обработку, а при ремонте цементобетонных покрытий часто устраивают двойную обработку. Устройство шероховатых поверхностей с применением горячих асфальтобетонных смесей с повышенным содержанием щебня предусматривают на автомобильных дорогах I-III категорий.

Втапливание щебня в свежеуложенный слой покрытия применяют на дорогах I-III категорий. На дорогах III и IV категорий с покрытиями из асфальтобетона или из смесей битума с минеральными материалами, приготовленных смешением на дороге, шероховатую поверхность устраивают путем укладки верхнего слоя из холодного асфальтобетона с применением щебня и дробленого песка из труднополируемых пород, а также втапливанием щебня в малощебенистые или песчаные смеси. Следует особо подчеркнуть, что устройство шероховатой поверхности покрытия любым способом теряет всякий смысл, если одновременно не укрепить обочины, съезды и переезды из-за грязи, заносимой с них на покрытие

колесами автомобилей во время дождей и распутицы. Поэтому одновременно с устройством шероховатой поверхности необходимо укрепить обочины, устроить твёрдые покрытия на въездах и переездах.

Для снижения опасности гидропланирования во время дождя в последние годы все большее распространение получают покрытия из высокопористого и открытого асфальтобетона, для которого характерна пористость порядка 15-20 %. Такое покрытие укладывается на слой плотного асфальтобетона с поперечным уклоном не менее 20 ‰. Оно обеспечивает высокий коэффициент сцепления колёс с покрытием, так как во время дождя поглощает выпадающие осадки и вода, постепенно дренируя, стекает к обочинам. Применение дренирующего асфальтобетона может быть рекомендовано на дорогах I-III категорий в V дорожно-климатической зоне.

Практически все покрытия, находящиеся в сухом и чистом состоянии, имеют высокие сцепные качества. На запыленных и загрязненных участках, а также на участках с выступившим на поверхность битумом в жаркую погоду наблюдается повышенная скользкость, которая резко возрастает во время дождей, таяния снега. Коэффициент сцепления на мокром грязном асфальтобетонном и цементобетонном покрытии может снизиться до 0,20 и менее при скорости измерения 60 км/ч. Особенно опасны в этот период неровные и загрязненные участки дорог, способствующие застою воды на поверхности дороги. На этих участках вода способствует образованию аквапланирования, т.е. скольжению передних колес автомобиля по тонкому слою воды.

Основным источником загрязнения покрытия служат неукрепленные обочины, въезды и переезды, особенно «дикие». Грязь с колес автомобилей, выехавших на покрытие с грунтовой дороги или грязной обочины, разносится на расстояние 75-100 м и более. Против каждого выезда в период распутицы и дождей возникают опасные участки длинной 150-1000 м. Поэтому дорожная служба должна систематически удалять пыль и грязь с покрытий, а также укреплять обочины, съезды и переезды различными материалами.

На гравийных покрытиях и дорогах с обочинами, укрепленными невязкими каменными материалами, причиной скользкости может служить катун или песок, создающий прослойку между колесом и покрытием. Необходимо регулярно убирать катун с проезжей части или укреплять ее вяжущими материалами.

На участках дорог, проходящих в лесу или аллейных насаждениях, осенью наблюдаются ДТП во время листопада. Дорожная служба должна регулярно очищать дорогу от опавших листьев.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

12.3. Совершенствование геометрических параметров и характеристик дорог для повышения безопасности движения

Уширение проезжей части и укрепление обочин. Ширина укреплённой поверхности дороги, включающая в себя проезжую часть и краевые укрепительные полосы, ширина, тип укрепления и состояние обочин существенно влияют на безопасность движения автомобилей. Чем меньше ширина укреплённой поверхности, тем меньше боковые зазоры безопасности и тем больше вероятность ДТП (рис. 12.1). Установлено [10], что необходимая для обеспечения безопасности движения ширина укреплённой поверхности двухполосных дорог с интенсивным движением составляет 8,5-9 м. Эти требования соблюдены на дорогах с шириной проезжей части 7-7,5 м и краевыми полосами шириной 0,5-0,75 м или с укреплёнными обочинами. Однако значительная часть старых дорог имеет ширину проезжей части меньше требуемой и не имеет укреплённых обочин.

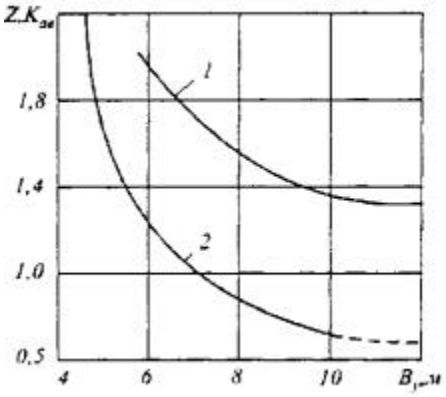


Рис. 12.1. Зависимость показателей безопасности движения от ширины укреплённой поверхности:
1 - число ДТП на 1 млн авт.-км (данные США); 2 - коэффициент относительной аварийности (данные В.Ф. Бабкова)

На этих дорогах для обеспечения безопасности движения в процессе ремонта необходимо в первую очередь уширить проезжую часть до норм, установленных СНиП 2.05.02-85.

Важное значение при назначении величины уширения имеет психологическое воздействие на водителя состояния обочин. Неукреплённые обочины в период дождей способствуют загрязнению проезжей части, а в период снегопадов - образованию снежных отложений на прикромочных полосах и тем самым приводят к сокращению эффективной ширины проезжей части и укреплённой поверхности дороги.

Установлено, что для повышения скорости и безопасности движения устройство краевых укрепленных полос и обочин соизмеримо с увеличением ширины

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

проезжей части. Поэтому влияние климатических факторов на ширину полос загрязнения учитывают, дифференцируя ширину укреплённой полосы (табл. 12.3).

Таблица 12.3

Категория дороги	Ширина проезжей части, м	Ширина краевой укреплённой полосы в районах по условиям движения		
		I	II	III
II	7,5 7,0	0,5 0,75	0,5 0,75	0,3-0,5 0,5
III	7,5 7,0	0,3-0,5 0,5-0,75	0,3-0,5 0,5	0,2-0,5 0,3-0,5
IV	6,0	0,5	0,5	0,3-0,5

Укрепление обочин особенно эффективно при узкой проезжей части или недостаточной ширине укреплённой поверхности. При увеличении ширины укреплённой поверхности роль укреплённых обочин, как и вообще роль обочин, снижается. Это позволяет сделать вывод о возможной равнобезопасности движения при различных параметрах и типах укрепления обочин (рис. 12.2). Например, одинаковый уровень безопасности будет обеспечен при ширине проезжей части и краевых полос 7,0 м, если обочины укреплены и при ширине проезжей части и краевых полос 8,6 м, если обочины не укреплены.

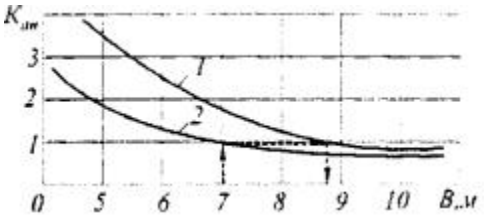


Рис. 12.2. Зависимость относительного коэффициента аварийности от ширины проезжей части и состояния обочин:
1 - обочины не укреплены; 2 - обочины укреплены

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

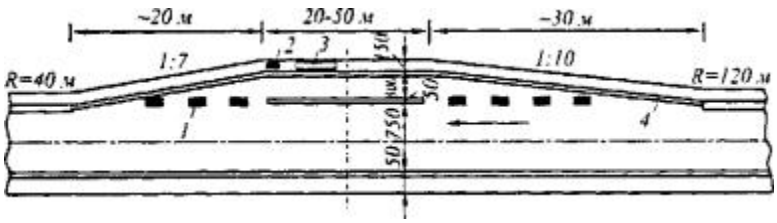
В районах с зимним расчётным периодом на участках дорог высокой категории, где установлены железобетонные или металлические барьеры безопасности, во многих случаях полезно укреплять обочины на всю ширину, включая и прибровочную полосу. Это вызвано тем, что при неукрепленных обочинах зазор между ограждением засоряется и зарастает травой, в результате чего ограждение превращается в аэродинамическую стенку, задерживающую снег.

Укрепление обочин на всю ширину из материалов, обработанных вяжущими, улучшает продуваемость огражденных участков и уменьшает вероятность отложений снега на дороге. В районах с жарким климатом нет необходимости укреплять обочину на ширину остановочных полос (кроме участков, где обочины отсыпаны из пылеватых и песчаных грунтов), поскольку остановка автомобиля вполне возможна на сухой спланированной обочине.

При ограничении финансовых средств и материально-технических ресурсов на устройство укрепительных полос и укрепление обочин устанавливают очерёдность выполнения работ.

По условиям обеспечения безопасности движения укрепление обочин предусматривают в такой последовательности: населенные пункты; подходы к пересечениям и примыканиям в одном уровне; участки с необеспеченной видимостью; кривые в плане минимального радиуса и меньше минимальных; максимальные продольные уклоны; съезды и въезды пересечений и примыканий дорог в разных уровнях и подходы к ним; снегозаносимые участки; ветроопасные и туманоопасные участки; участки дорог, не имеющие мест повышенной опасности для движения автомобилей.

На дорогах, где интенсивность движения не достигает максимальных значений, число остановок автомобилей на обочинах незначительно и необходимость устройства сплошной остановочной полосы отпадает. Вместо этого на дорогах II-IV категорий целесообразно устраивать площадки для остановки автомобилей. Площадки устраивают попарно с обеих сторон дороги так, чтобы они были сдвинуты одна относительно другой на 50-80 м таким образом, чтобы первой встречалась площадка по ходу движения автомобиля (рис. 12.3). Расстояние между площадками, расположенными с одной стороны проезжей части, принимают равным 800-1000 м на дорогах II категории, 1500-2000 м на дорогах III категории и 3000-5000 м на дорогах IV категории.



Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Рис. 12.3. Площадка для кратковременной или вынужденной остановки автомобиля:
1 - разметка; 2 - урна; 3 - скамейка; 4 - открытый бордюр или краевая полоса

Такие площадки устраивают на дорогах многих стран мира.

Частоту аварийных стоянок в различных странах рекомендуется принимать от 300 м до 6 км. Во всех странах размеры стоянок принимают примерно одинаковыми: вместимость до 3 автомобилей (т.е. длина 30-40 м), ширина 3 м и полосы отгона по 20-30 м или 1:10 на въезде и 1:7 на выезде.

Обеспечение безопасности движения на подъемах и спусках и на участках с ограниченной видимостью. На затяжных подъемах и спусках в равнинной местности совершается от 10 до 15 % ДТП, а на дорогах в холмистой и горной местности 20-40 %. При этом число ДТП при движении на спуск в 1,5-2 раза больше, чем при движении на подъем. Происшествия при движении на спуск концентрируются в основном в конце спуска, особенно если там расположена кривая в плане, имеется сужение проезжей части, узкий мост или другие помехи. При движении на подъём происшествия концентрируются больше в верхней части подъемов и на выпуклых вертикальных кривых. Резко увеличивается количество происшествий на участках подъемов и спусков при повышенной скользкости покрытий.

Радикальной мерой снижения аварийности на подъемах является устройство дополнительной третьей полосы шириной 3,5-3,75 м для движения по ней тихоходных грузовых автомобилей, что обеспечивает безопасность их обгона легковыми автомобилями.

Дополнительные полосы строят на участках дорог II категории, а при интенсивности движения более 2000 авт./сут в физических единицах и на участках дорог III категории с продольными уклонами более 30 ‰ при длине участка свыше 1 км и с уклонами более 40 ‰ при длине участка 0,5-1 км. Дополнительные полосы нецелесообразны на участках с кривыми в плане, радиус которых менее 200 м, а также на прямых вставках между ними длиной менее 200-300 м. Дополнительные полосы должны быть продолжены за пределами подъёмов:

Интенсивность движения в сторону подъёма, авт/сут	200	300	400	500 и более
Общее протяжение полосы за пределами подъёма, м	50	100	150	200

На дополнительных полосах необходима специальная разметка проезжей части и установка соответствующих знаков.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Первоочередной мерой обеспечения безопасности движения на затяжных спусках является повышение шероховатости дорожных покрытий, установка ограждений и предупредительных знаков.

Широкое применение на дорогах в горных условиях нашло устройство аварийных съездов («улавливающих карманов»), впервые предложенные для автомобильных дорог проф. А.П. Васильевым (Васильев А.П. Особенности проектирования автомобильных дорог для совмещенного движения. - М.: Транспорт, 1964, - 48с.) (рис. 12.4).



Рис. 12.4. Расположение аварийных съездов в горной и холмистой местностях:
а - на участке встречных уклонов; б - на внутренней части кривой;
1 - основной знак; 2 - дублирующий знак; 3 - встречный уклон 100-120 ‰ длиной 300-400 м; 4 - площадка для остановки и разворота автомобилей; 5 - выезд на основную дорогу

Основное назначение аварийного съезда - вывести автомобиль, потерявший управление из-за отказа тормозов на спуске из транспортного потока, дать возможность погасить скорость до безопасных пределов за счёт повышенного сопротивления движению на съезде и остановиться.

Аварийный съезд обычно устраивают с использованием встречного подъёма местности. Для более быстрого снижения скорости на съезде создают дополнительное сопротивление качению путём укладки слоя рыхлого песка или одноразмерного гравия фракции 6-10 мм, который позволяет получить замедление от 4,5 до 9,5 м/с^2. Длина активного участка (участка гашения скорости) при расположении его на встречном подъёме определяется по формуле

$$L = \frac{V_o^2}{254 \cdot (f + i)}, \text{ м,} \quad \text{где} \tag{12.3}$$

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

V_o - скорость автомобиля при входе на активный участок въезда, км/ч (но не менее 90-100 км/ч);

f - сопротивление качению (для асфальтобетонного покрытия - 0,02; для рыхлого грунта 0,04- 0,05; керамзитового рыхлого гравия - до 0,45;

i - встречный уклон, в долях единицы.

Аварийный съезд должен заканчиваться площадкой для разворота автомобиля размером 15´15 м и песчаным валом высотой 1 м. Съезд должен быть оборудован индивидуальными знаками (рис. 12.5). В процессе эксплуатации песок и гравий на активном участке съезда и песчаный вал необходимо поддерживать в сухом рыхлом состоянии. Для этого должен быть обеспечен водоотвод и систематическая вспашка или боронование этого участка съезда.

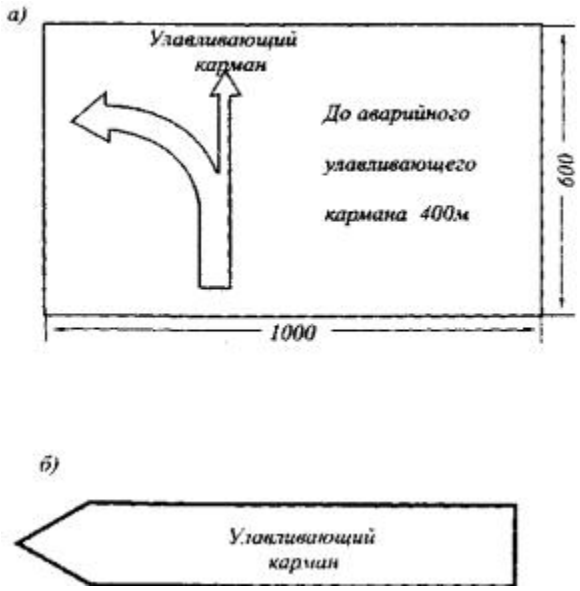


Рис. 12.5. Указательные знаки на аварийном съезде («улавливающем кармане»): а - основной знак, устанавливаемый на расстоянии 250-400 м; б - дублирующий знак, устанавливаемый на расстоянии 40-50 м

Безопасность движения на участках с ограниченной видимостью. Ограничение видимости на отдельных участках дорог - одна из частых причин, способствующих возникновению ДТП. Ограниченная видимость обычно отмечается на кривых малого радиуса в плане и выпуклых кривых в продольном профиле (табл. 12.4).

Таблица 12.4

Характерные причины ограничения видимости (данные проф. А.П. Васильева)

Причины ограничения видимости	Удельный вес причин ограничения видимости, %		
	в равнинной местности	в холмистой местности	в горной местности
Внутренний откос выемки или полувыемки	15	25	51
Лес, трава, кустарник, декоративные или снегозащитные насаждения на внутренней части кривых	37	20	33
Постройки, здания, заборы, ограждения, дорожные автопавильоны	33	13	10
Недостаточный радиус вертикальных выпуклых кривых, неудачное сочетание вертикальных кривых (провалы дороги)	15	42	6

Для безопасного движения при выполнении ремонтных работ необходимо обеспечить видимость в плане и профиле на всем протяжении дороги не менее требуемых по СНиП 2.05.02-85.

В подавляющем большинстве случаев обеспечение требуемой видимости может быть выполнено силами дорожной службы без особых затрат. Исключение составляют участки крутых переломов продольного профиля, ограничение видимости застройкой зданий и сооружений, а также откосами глубоких выемок и полувыемок, особенно в горных условиях.

На вертикальных выпуклых кривых с недостаточной видимостью целесообразно поэтапно выполнять при ремонте и реконструкции комплекс мероприятий: при интенсивности до 500 авт./сут - уширение проезжей части в пределах всей кривой по 1 м с каждой стороны, укрепление обочин на 1,5 м и нанесение разметки, запрещающей обгон; при интенсивности более 500 авт./сут - дополнительное устройство разделительного островка шириной не менее 1 м в пределах всей

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

кривой; увеличение радиуса вертикальной кривой с обеспечением требуемой видимости.

Аналогичные мероприятия выполняют и на кривых в плане с необеспеченной видимостью. Кроме того, на этих участках могут быть установлены зеркала, ограждения на внешней стороне кривых и указатели поворота. На кривых малого радиуса обязательно первоочередное устройство шероховатой поверхностной обработки. Для плавного снижения скорости на подходах к таким кривым возможно устройство трясущих полос.

12.4. Обеспечение безопасности движения на пересечениях и на участках дорог в населённых пунктах. Освещение автомобильных дорог

К опасным для движения автомобилей относят участки дорог, на которых расположены пересечения, примыкания, съезды и переезды, а также участки дорог, проходящие в пределах населенных пунктов.

Особого внимания заслуживают необорудованные пересечения. Фактическое количество пересечений, примыканий, съездов и переездов обычно значительно превышает предусмотренное проектом. До 75 % из них устроены без согласования с дорожными органами, без соблюдения требований к их параметрам и обустройству. Обследования показывают, что многие из этих пересечений работают не круглый год (табл. 12.5).

На пересечениях, съездах и переездах автомобильных дорог совершается 10-40 % всех ДТП. Чтобы снизить аварийность на автомобильных дорогах, необходимо закрыть стихийно возникшие «дикие» пересечения, съезды и переезды, а оставшиеся оборудовать в полном соответствии со СНиП 2.05.02-85.

Таблица 12.5

Характеристика пересечений	Дорожно-климатическая зона		
	II	III	IV
Среднее количество пересечений, примыканий, съездов и въездов по проекту на 1 км дороги	0,5	0,4	0,7

Фактически действует на 1 км:			
летом	1,02	1,1	1,1
осенью и весной	0,9	0,7	1,1
зимой	0,3	0,35	0,9
Количество стихийно устроенных пересечений, примыканий, съездов и въездов, % от общего числа	65	61	39

Для этого необходимо обеспечить простую и хорошую видимую планировку пересечения. Обзорность и видимость на пересечении определяют в зависимости от расчетной скорости на каждой пересекающейся дороге согласно СНиП 2.05.02-85. Весьма важно увеличить размеры закруглений кромок сопрягающихся проезжих частей.

Все дороги, примыкающие к дорогам I-III категорий, а также к дорогам IV категории, имеющим твердое покрытие, должны иметь твёрдое покрытие на подходе к пересечению в зависимости от типа местного грунта на расстоянии не менее указанного в табл. 12.6.

Таблица 12.6

Тип грунта	Длина укреплённого участка, м	
	Для дорог I-III категории	Для дорог IV категории
Песчаные, супесчаные, лёгкие суглинистые	100	50
Чернозём, глинистые, тяжёлые и пылеватые суглинистые	200	100

Эффективной мерой повышения безопасности движения является разделение транспортных потоков и устранение конфликтных точек на пересечении. В этих целях рекомендуется устройство направляющих островков (рис. 12.6), переходно-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

скоростных полос и специальных полос для автомобилей, совершающих левые повороты. Переходно-скоростные полосы в зоне пересечений и примыканий у кривых и не менее чем за 20 м за их пределами следует отделять от основных полос движения разделительной полосой шириной 0,75 м для дорог I-II категорий и 0,5 м для дорог III категории, границы которой обозначают с помощью сплошной линии разметки. В зоне маневрирования переходно-скоростные полосы отделяют от полос движения с помощью прерывистой линии.

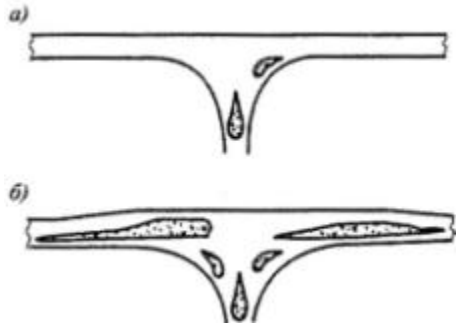


Рис. 12.6. Оборудование примыканий в одном уровне:
а - частично оборудованное примыкание; б - канализированное примыкание

Островки безопасности для разделения движения транспортных средств по направлениям устраиваются на перекрёстках при суммарной интенсивности движения по пересекающимся или примыкающим дорогам не менее 1000 авт/сут, когда число поворачивающих транспортных средств составляет не менее 10 % на дорогах вне населённых пунктов и не менее 20 % в населённых пунктах. Приподнятые и окаймленные бордюрами островки устраивают высотой 0,15-0,20 м.

В районах с длительным зимним периодом (I-III дорожно-климатические зоны) возвышающиеся островки безопасности должны иметь плавное сопряжение с поверхностью покрытия для обеспечения беспрепятственного переноса снега. На снегозаносимых участках дорог необходимо устанавливать съёмные конструкции островков безопасности и направляющих устройств, которые убираются с началом метелевого периода и восстанавливаются ранней весной (рис. 12.7). Допускается обозначать форму островков краской или разметкой на покрытии.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

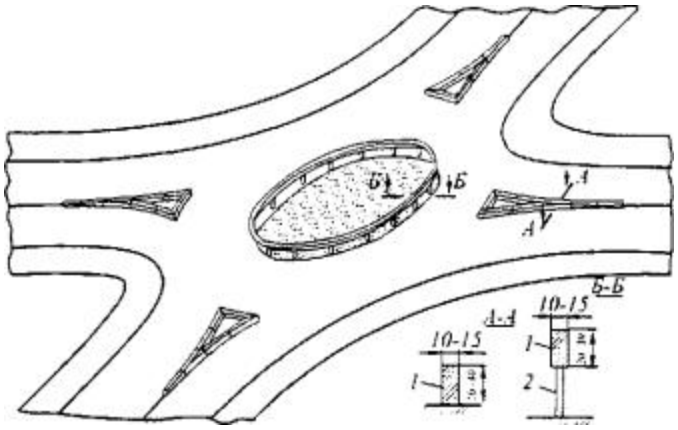


Рис. 12.7. Съёмные направляющие устройства и их элементы:
1 - ограждающий элемент; 2 - стойка

Направляющие (сигнальные) столбики на таких участках устанавливают на откосах насыпи в 30 см от бровки земляного полотна или устраивают их в виде наклонных столбиков сечением 15´10 см с отгибами (рис. 12.8). Такое размещение столбиков позволяет очищать от снега всю поверхность земляного полотна плужными снегоочистителями. Опыт показывает, что при этом количество сбитых или повреждённых столбиков исключается почти полностью.

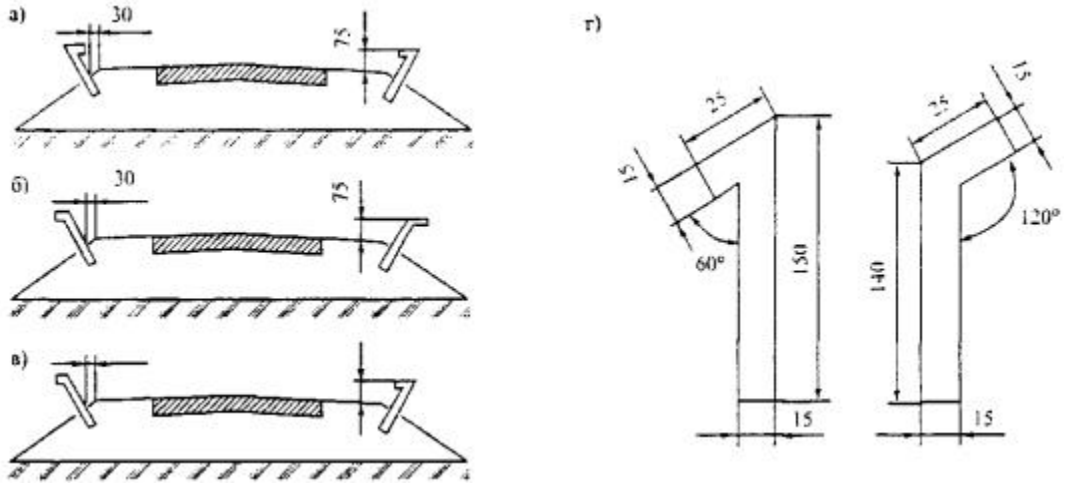


Рис. 12.8. Направляющие тумбы или столбики с отгибами:
а, б - на прямых участках; в - на левом повороте; г - тумбы елевым и правым отгибами

Особое значение имеет оборудование пересечений дорожными знаками и устройство разметки. Все знаки на пересечениях и примыканиях (кроме предварительных указателей направлений на пересекаемой дороге) устанавливает дорожная организация, которая обслуживает дорогу высшей категории, а при их

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

одинаковой категории - организация, обслуживающая дорогу, интенсивность движения по которой больше, чем на пересекаемой (примыкающей) дороге.

От 20 до 40 % протяжённости старых существующих дорог проходят через населенные пункты. На таких участках отмечается повышенное количество ДТП, из которых 51 % - наезды на пешеходов, 9 % - наезды на велосипедистов и 7 % - наезды на автомобили, стоящие на обочине.

Наиболее эффективной мерой повышения безопасности движения является строительство обходов городов и населённых пунктов. Кроме того, успешно применяют:

устройство с одной или обеих сторон дороги тротуаров, велосипедных дорожек, а также пешеходных переходов;

оборудование автобусных остановок и стоянок автомобилей около мест общественного пользования (магазинов, столовых, кинотеатров и т.д.);

перевод местного или транзитного движения на параллельные улицы;

освещение дороги в пределах всего населённого пункта или на наиболее опасных участках.

Тротуары и пешеходные дорожки устраивают на всех участках дорог, проходящих через населённые пункты, независимо от интенсивности движения пешеходов и автомобилей, а на подходах к населённым пунктам и в зонах, расположенных вблизи населённых пунктов при количестве пешеходов, превышающем 100 чел./сут. Пешеходные дорожки устраивают за пределами обочин не ближе 2,7 м от кромки проезжей части. Ширину тротуаров и пешеходных дорожек принимают не менее 1,5 м, поперечный уклон - 15-25 ‰, продольные уклоны - не более 80 ‰.

Островки безопасности для остановки пешеходов устраивают на наземных пешеходных переходах при интенсивности движения транспортных средств не менее 400 ед./ч на одну полосу проезжей части и расстоянии между тротуаром и краем островка не менее 7,5 м с помощью разметки, а при расстоянии не менее 10,5 м островки могут дополняться защитными элементами. При интенсивности движения 2000 авт./сут и более, а велосипедистов и мопедов 250 ед./сут необходимо устраивать велосипедные дорожки. Длина велосипедных дорожек на подходах к населённым пунктам в зависимости от численности населения составляет:

Численность населения, тыс. чел.	50-100	25-50	10-25	< 10

Длина велосипедной дорожки, км	6-8	4-6	3-4	1-3

Велосипедные дорожки располагают в пределах полосы отвода на расстоянии не ближе 2,4 м от кромки проезжей части. Ширина для велосипедных дорожек для однополосного движения – 1 м, для двухполосного разностороннего движения 2 м; продольный уклон до 30 ‰, максимальный на коротком участке - 60 ‰.
Автобусные остановки в пределах населённых пунктов располагают около магазинов, столовых и других мест общественного пользования примерно через 1 км одну от другой.

Автобусные остановки размещают на прямых участках дорог и кривых в плане радиусом не менее 1000 м с уклоном не более 40 ‰. На участках подъёмов автобусные остановки располагают на вершине подъёмов с устройством уширений или на расстоянии 250 м до начала подъёма.

На дорогах I категории остановки размещают одна напротив другой с устройством подземного или надземного перехода и установкой барьерного ограждения на разделительной полосе. На дорогах II-V категорий остановки смещают по ходу движения: для дорог II и III категорий на 100-120 м, для дорог IV-V категорий не меньше чем на 30 м. На междугородных дорогах в зоне автобусных остановок устраивают переходно-скоростные полосы (рис. 12.9).

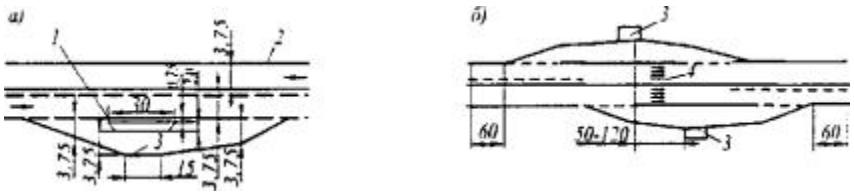


Рис. 12.9. Обустройство автобусных остановок:
а - на дорогах I и II категорий; б - на дорогах III и IV категорий;
1 - островок безопасности; 2 - разметка проезжей части; 3 - посадочная площадка или автопавильон; 4 - разметка пешеходного перехода

Остановочные площадки устраивают по типу закрытого кармана или полукармана и отделяют от проезжей части островками или маркировочными линиями разметки.

На пересечениях и примыканиях в одном уровне автобусные остановки располагают на расстоянии не менее 200-250 м от начала и конца переходно-скоростных полос. Пешеходные переходы через дороги II-V категорий обычно устраивают в одном уровне. На дорогах I категории необходимо строить подземные или надземные пешеходные переходы. В крупных населённых пунктах пешеходные переходы необходимо располагать не реже чем через 300 м.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Освещение автомобильных дорог. На автомобильных дорогах следует освещать участки в пределах населенных пунктов, а при возможности использования существующих электрических распределительных сетей также на больших мостах, автобусных остановках, пересечениях дорог I и II категорий между собой и с железными дорогами, на всех подходах к ним на расстоянии не менее 250 м на подъездных дорогах к промышленным предприятиям или их участкам при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Дорожная служба должна выступать инициатором освещения опасных участков дорог.

Монтаж, содержание и ремонт осветительных установок осуществляют специализированные службы эксплуатации районных электросетевых предприятий по договорам с дорожными организациями.

Дорожная служба обеспечивает:

выявление опасных участков дорог, на которых необходимо устраивать стационарное освещение;

представление организациям, проектирующим осветительные установки, необходимых данных для выполнения проектных работ;

согласование проекта прокладки электросетей и установки осветительных опор на дороге;

уширение (при необходимости) земляного полотна или устройство присыпных берм для установки опор, а также их защиту от возможного наезда автомобилей;

создание условий для обеспечения обслуживания осветительных установок.

Дорожно-эксплуатационная служба следит за тем, чтобы районные электросетевые предприятия проводили регулярные замеры освещённости и яркости проезжей части, выполняли работы по модернизации осветительных установок и при необходимости увеличивали уровни яркости проезжей части - заменяли лампы на более мощные, устраняли повреждения элементов сетей, очищали светильники и опоры от пыли и грязи, окрашивали опоры и кронштейны, заменяли вышедшие из строя лампы и светильники, включали и отключали освещение.

Освещение участков автомобильных дорог в пределах населённых пунктов следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП II-4-79, а освещение автодорожных тоннелей - в соответствии с требованиями СНиП II-44-78.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Осветительные установки на пересечениях автомобильных дорог в одном уровне должны соответствовать нормам искусственного освещения, регламентируемым системой стандартов безопасности труда на железнодорожном транспорте. Если расстояние между соседними освещаемыми участками менее 250 м, рекомендуется устраивать непрерывное освещение дороги, исключающее чередование освещенных и неосвещённых участков.

Опоры освещения, как правило, следует располагать за бровкой земляного полотна. В местах установки опор освещения обочину следует уширять в виде бермы так, чтобы расстояние между опорами и ограждениями, устанавливаемыми вдоль бровки земляного полотна, было не менее 1,2 м. Допускается располагать опоры освещения на разделительной полосе при её ширине менее 5 м. В этом случае их необходимо защищать от наезда автомобилей ограждениями, которые устанавливают на разделительной полосе на расстоянии не менее 1 м от кромки проезжей части.

12.5. Организация и обеспечение безопасности движения в сложных погодных условиях

Характерное состояние дорог по сезонам года. Влияние климата и погоды на состояние дорог, режим и безопасность движения ощущается на любой дороге, однако степень этого влияния во многом зависит от ее технического уровня, уровня содержания и организации движения. Наиболее значительно состояние дорог с точки зрения условий движения меняется по сезонам года, особенно осенью и зимой.

Все сезонные изменения транспортно-эксплуатационных характеристик дорог должны быть отмечены в графиках сезонных коэффициентов аварийности, которые позволяют выбрать и обосновать мероприятия по повышению безопасности движения для каждого сезона и прогнозировать условия движения в зависимости от прогноза погоды. На основании сезонных графиков можно установить количество, места и степень опасности аварийных участков дороги, которые значительно меняются в течение года. Эти изменения должны найти отражение в плане организационно-технических мероприятий дорожной службы по повышению безопасности движения.

Эффективная ширина проезжей части в осенне-весенний и зимний периоды колеблется в широких пределах в зависимости от типа покрытия проезжей части и обочин, инженерного оборудования дорог и уровня их содержания. При неукрепленных обочинах, съездах, въездах и переездах на покрытии вдоль кромки проезжей части образуются загрязненные полосы, вследствие чего фактически используемая для движения чистая ширина проезжей части уменьшается на ширину полос загрязнения (см. главу 4).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ещё большее сужение проезжей части может произойти зимой. В зависимости от уровня зимнего содержания можно выделить три основных типа поперечного профиля дороги. При хорошем содержании на прямых участках и кривых большого радиуса фактическая ширина поверхности дороги, используемая для движения зимой, больше, чем летом, благодаря образованию полос снежного наката, и составляет 7,8-8,5 м, что способствует повышению скорости на отдельных участках. В то же время значительно сокращается эффективная ширина проезжей части на участках с затрудненными условиями снегоочистки. К ним относятся участки, где установлены ограждения; подходы к мостам, въезды и съезды; кривые малого радиуса; участки, где обочины заросли травой или кустарником; участки, где имеется большое количество опор знаков и других препятствий, мешающих очистке от снега. Протяжение таких участков составляет 15-20 % от всей длины дороги. На стесненных участках фактическая ширина проезжей части сокращается в среднем до 5-6 м. На снежных дорогах при отсутствии регулярной патрульной снегоочистки движение происходит по снежному накату с колеями или в снежных выемках.

Состояние проезжей части и обочин и их ширина также изменяется по периодам года.

Продолжительность различных состояний зависит от технического уровня дороги, интенсивности движения и уровня ее содержания (см. главу 4).

Существенно изменяется по сезонам года ровность покрытия (рис. 12.10). Вместе с изменением состояния поверхности дорог изменяются условия безопасности движения, повышается удельное количество происшествий.

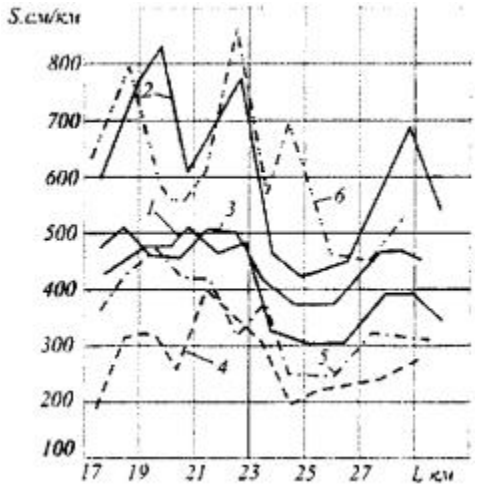


Рис. 12.10. Изменение ровности покрытия при различных состояниях:
1 - июль, сухое покрытие; 2 - октябрь, покрытие заснеженное; 3 - ноябрь, покрытие увлажнённое с наледью; 4 - декабрь, покрытие заснеженное; 5 - январь, покрытие заснеженное; 6 - март, снежный накат

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Меры по повышению безопасности движения в сложных погодных условиях. Выбор конкретных решений для повышения безопасности движения в сложных погодных условиях производится с учетом погодно-климатической характеристики района проложения дороги, на основе анализа графиков коэффициентов обеспеченности расчётной скорости и сезонных коэффициентов аварийности. Все мероприятия направленные на повышение удобства и безопасности движения, могут быть разделены по длительности их действия на постоянные, временные (сезонные) и кратковременные.

К постоянно действующим относятся мероприятия, эффективность которых не меняется в течение всего года. Они обязательны на тех участках, где повышается опасность движения в течение всего года.

К временным (сезонным) относятся мероприятия, эффективность которых длится от одного месяца до одного сезона. Мероприятия временного (сезонного) характера предусматривают на тех участках, где заметно повышается опасность движения в отдельные периоды года.

К кратковременным относятся мероприятия, эффективность которых длится от нескольких часов до одного месяца. Они направлены главным образом на ликвидацию или нейтрализацию воздействия кратковременных факторов и, в первую очередь, погодно-климатических. Дорожной службой могут применяться все виды мероприятий, но чаще всего мероприятия временного (сезонного) и кратковременного действия. Выбор конкретных мероприятий производится в зависимости от действия метеорологического фактора, на ликвидацию которого это мероприятие рассчитано (табл. 12.7).

Таблица 12.7

Возможные меры по предупреждению влияния метеорологических явлений на состояние дорог и безопасность дорожного движения

Метеорологическое явление	Меры по защите от воздействия	Принцип действия
Гололёд	Укрывающие навесы, галереи	Устранение влаги с покрытия
	Теплообогрев	Устранение критической температуры замерзания воды

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	Регулирование теплотехнический свойств дорожной одежды	Сокращение диапазона критических температур замерзания воды на поверхности
	Устройство гидрофобной поверхности покрытия	Ослабление примерзания воды к покрытию
	Профилактическое распределение противогололёдных реагентов	Понижение температуры замерзания воды
	Ликвидация гололёда химическими реагентами, механическими средствами, тепловым и другими видами воздействий	Удаление образовавшегося слоя льда
	Устройство шероховатой поверхности покрытия	Ослабление влияния гололеда
	Установка автоматически управляемых знаков предупреждения о гололеде	Предупреждение водителей о гололеде
Метель	Устройство снегонезаносимого профиля земляного полотна	Перенос снега через дорогу
	Устройство съёмного инженерного оборудования дороги (ограждения, направляющие устройства), установка направляющих тумб с отгибами	Облегчение условий снегопереноса через дорогу и снегоочистки
	Защитные навесы (укрытия), галереи	Полное предохранение возможности попадания снега и воздействия ветра

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	Снегозащитные насаждения	Снижение скорости снеговетрового потока и выпадения снега в заданной зоне
	Снегопередувающие заборы	Перенос снега за пределы земляного полотна
	Снегозадерживающие заборы, щиты, стенки, снежные траншеи	Изменение скорости ветра на подходе к дороге и выпадение снега в местах её снижения
	Патрульная снегоочистка	Предупреждение образования больших отложений снега на покрытии
Осадки в виде дождя	Устройство лёгких защитных навесов	Предохранение дороги и автомобилей от попадания воды
	Обеспечение требуемого поперечного уклона с учётом отвода воды с поверхности дороги	Снижение толщины слоя воды на покрытии и ускорение её стока
	Устройство дренирующих конструкций дорожных одежд	Снижение толщины слоя воды на покрытии
	Устройство шероховатой поверхности покрытия	Снижение активной толщины слоя воды на покрытии
Осадки в виде снега	Защитные навесы, галереи	Предохранение дороги и автомобилей от попадания снега
	Патрульная снегоочистка	Удаление выпавшего снега

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ветер	Устройство ветрозащитных насаждений и ограждений	Снижение скорости ветра над дорогой
	Увеличение ширины полосы движения с учетом возможности отклонения автомобиля	Предупреждение возможности выхода автомобиля за пределы своей полосы движения
	Установка специальных знаков	Предупреждение о сильном ветре
Туман	Устройство специального искусственного освещения	Повышение видимости дороги в тумане
	Устройство осветлённого покрытия	Улучшение видимости дороги
	Установка катафотов, устройство разметки, краевых полос, отличающихся по цвету от проезжей части	Тоже
	Установка специальных автоматических управляемых знаков	Предупреждение водителей о тумане

Для повышения безопасности движения рекомендуются следующие основные мероприятия, выполняемые по сезонам года.

В осенний период, когда интенсивность движения на большинстве дорог максимальная, а погодные условия ухудшаются, одной из главных задач становится борьба с загрязнением проезжей части и разрушением обочин. Это достигается систематической очисткой покрытия механическими щетками и промывкой поливомоечными машинами. Осенью на обочинах возможно устранение лишь отдельных наиболее крупных разрушений. Укрепление обочин выполняют летом.

Большое значение для обеспечения безопасности движения и ориентирования водителей имеют краевые укрепительные полосы. Устройство краевых полос и укрепление обочин требует разовых затрат, но значительно снижает последующие

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

эксплуатационные расходы, так как предотвращает разрушение кромок дорожной одежды, сокращает количество ДТП, значительно облегчает снегоочистку.

В районах с большим количеством дождей большое значение имеет быстрый водоотвод с проезжей части. Этой цели служит повышение ровности покрытия, ликвидация ямочности, колей, наплывов и выбоин.

При невозможности принять меры к обеспечению требуемого коэффициента сцепления дорожная служба должна установить на опасных в дождливый период участках знаки ограничения скорости и дополнительные таблички с надписью «При влажном покрытии» или установить знаки со сменной информацией.

В зимний период суточная интенсивность движения снижается на 10-30 % по сравнению с летней. Однако среднечасовая интенсивность движения в светлое время суток может быть равна и даже больше, чем летом.

Главной задачей зимой является борьба со снежными отложениями на дороге и гололёдом.

Анализ графиков коэффициентов аварийности позволяет выявить целый ряд новых опасных участков. В то же время часть ранее опасных участков становится менее опасными и им можно уделять меньше внимания.

При регулярной снегоочистке перестают быть опасными участки дорог с неукреплённым обочинами. Часть съездов, въездов и пересечений с полевыми дорогами зимой перестает функционировать и заносится снегом. Помимо регулярной снегоочистки и борьбы с гололедом в зимний период рекомендуются следующие меры: снятие знаков «Перекресток» на подходах к занесенным пересечениям, съездам и въездам; установка новых знаков «Гололед» на опасных участках; снятие ограждений в конце затяжных спусков, если съезд в снег не представляет особой опасности; установка знаков «Сужение проезжей части» на опасных участках.

Организация движения по заснеженному покрытию. Во многих случаях возникает необходимость организации движения по покрытию, на поверхности которого имеется неубранный снег, при уплотнении образующий снежный накат. Механические свойства снега, особенно прочность, зависят от его физического состояния (рис. 12.11). На дорогах IV и V категорий с покрытием переходного типа оставление слоя плотного снега необходимо для того, чтобы не разрушить покрытие при удалении снега.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

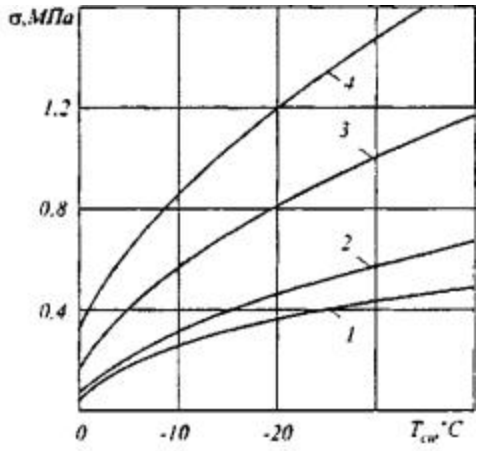


Рис. 12.11. Зависимость прочности от плотности снега и температуры:
1, 2, 3, 4 - плотность снега соответственно 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 г/см^3

Снежный слой лучше создавать искусственно, разравнивая и уплотняя его толщиной 4-6 см. Хорошо уплотнённым считается снег, если при движении автомобиля по поверхности покрытия не остаются колеи глубиной более 2 см, а допустимой прочностью следует считать такую, когда от прохода расчётного грузового автомобиля колея не превышает 6 см. Установлено, что этим показателям соответствует прочность снега 0,35-0,6 МПа (рис. 12.12).

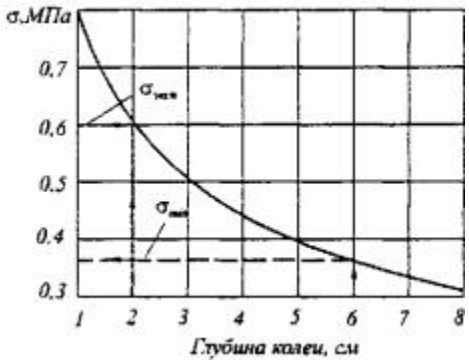


Рис. 12.12. Зависимость глубины колеи от прочности снега

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

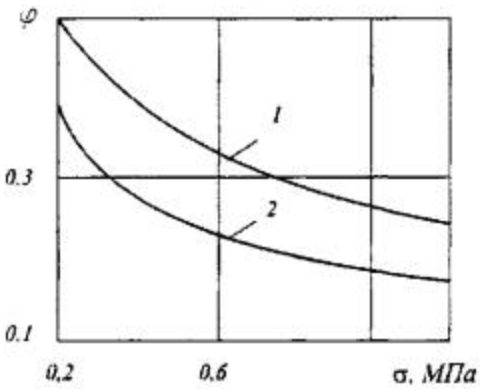


Рис. 12.13. Зависимость коэффициента сцепления от прочности уплотнённого снега:
1,2 - скорость соответственно 40 и 60 км/ч

С увеличением прочности уплотнённого снега коэффициент сцепления снижается (рис. 12.13), что необходимо учитывать при эксплуатации дороги. Оптимальная величина прочности находится в пределах 0,2-0,8 МПа; ей соответствует плотность снега 0,4-0,6 г/см^3. При низких отрицательных температурах воздуха прочность снега может быть значительно выше 0,8 МПа, а значение коэффициента сцепления ниже допустимого. Такое состояние часто наблюдается при снежно-ледяном накате, образующемся, когда несвоевременно или неполностью убранный с покрытия сухой или влажный снег подвергается уплотнению колёсами автомобилей. Образование снежно-ледяного наката наблюдается обычно при температуре воздуха 0...-7°С. В этих случаях для повышения сцепных качеств необходимо на поверхности уплотнённого снега производить насечки ребристыми или кулачковыми катками или пропуском тракторов на гусеничном ходу.

При повышении температуры прочность снега уменьшается и при температуре около 0°С снеговое покрытие непригодно для движения и должно быть своевременно удалено при приближении весны. Срок использования снегового покрытия ограничивается датами с устойчивой отрицательной температурой не выше -5°С. При этих условиях длительность периода эксплуатации колеблется от 4-5 до 6-8 месяцев в году. Поэтому дороги, оставляемые для эксплуатации с уплотненным снегом на покрытии, также должны иметь защиту от снежных заносов, хотя требования к этим сооружениям могут быть несколько ниже, чем на дорогах, где не допускается наличие уплотнённого снега.

На этих дорогах необходимо удалять излишний снег, выпавший во время метелей и снегопадов, а также вал, снежные комья, гребешки, образовавшиеся в результате проведения снегоочистительных работ; своевременно устранять колеи, выбоины и другие неровности на уплотненных снеговых покрытиях; придавать

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

снежным откосам на обочинах и откосах земляного полотна пологие, обтекаемые для снеговетрового потока уклоны не более 1:10.

Если снегозаносимость дороги не обеспечена, необходимо ещё в осенний период подготовить объезды заносимых участков. Перерывы движения на дорогах возникают обычно из-за заноса выемок или мелких насыпей на сравнительно коротких участках, из-за чего может быть парализовано движение на большом протяжении дороги. Поэтому целесообразно предусмотреть различные варианты объезда заносимого участка с устройством временных дорог с использованием местных проездов или старых дорог (рис. 12.14).

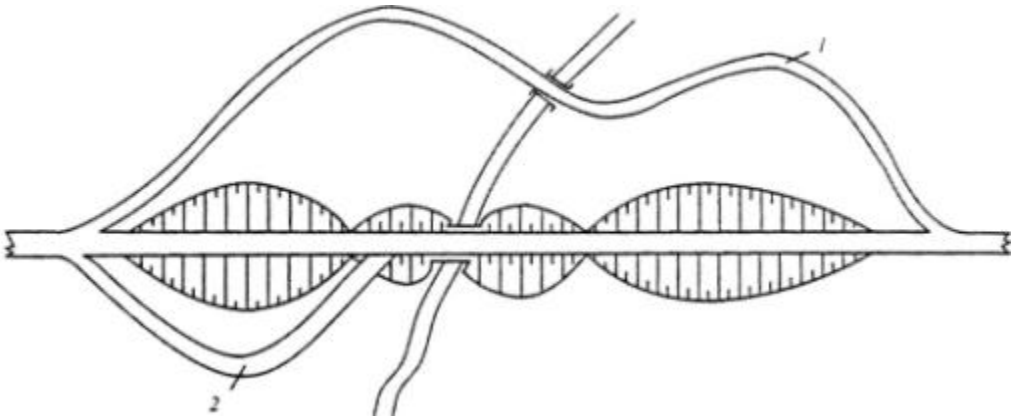


Рис. 12.14. Временные объезды снегозаносимых участков:
1 - местная старая дорога; 2 - временный объезд

В некоторых случаях при хорошо развитой дорожной сети можно пойти на закрытие движения зимой по отдельным местным дорогам. Однако для этого необходимо организовать бесперебойное движение по другим дорогам, связывающим эти населённые пункты.

Организация движения в сложных погодных условиях. На участках дорог I-III категорий, где наблюдается повышенное число случаев гололёда, целесообразно предусматривать специальные автоматические световые табло, предупреждающие водителей о гололёде.

Влияние туманов на безопасность движения необходимо особо учитывать при организации движения. Анализ данных метеорологических станций позволяет выявить участки местности с наибольшей повторяемостью туманов (котловины, поймы рек, заболоченные низины, озера, водоемы с теплыми водами и др.). На этих участках нельзя располагать кривые в плане, пересечения, примыкания и автобусные остановки. Если избежать этого нельзя, их нужно устраивать с канализацией, чтобы разделить зоны возможных столкновений транспортных средств и наездов на пешеходов.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для туманоопасных участков необходимо разрабатывать комплекс мер, позволяющих водителю иметь точную информацию о направлении движения, о состоянии и занятости проезжей части и о наиболее целесообразном режиме движения. К важнейшим из них относятся: направляющие столбики и планки со светоотражающими катафотами или полосами пленки, дорожные знаки и указатели с рефлектирующей поверхностью или со специальной подсветкой, специальные сигнальные устройства и световые табло со сменной информацией, предупреждающие о тумане, гололёде, осадках, разметка проезжей части, втапливаемые в покрытие светоотражающие микрошарики, стационарное освещение на опасных участках, осветление покрытий, устройство краевых полос из цветных материалов, шероховатые поверхностные обработки, устранение неровностей и выбоин и принятие других мер для быстрейшего отвода воды с поверхности дорог.

На ветроопасных участках дорог высоких категорий необходимо предусматривать комплекс мероприятий: строительство ветрозащитных сооружений (насаждения, заборы, сетки, ограждения, галереи и др.); установку предупреждающей сигнализации на подходах к ветроопасным участкам, уширение полос движения на величину отклонения автомобиля под действием ветра.

Для организации и обеспечения безопасности движения в неблагоприятные периоды года и в сложных погодных условиях особое значение имеет информация работников дорожной службы, водителей и населения о состоянии дорог и метеорологических условиях. Для этого дорожная служба должна иметь постоянную связь с метеорологической службой, создавать свои метеорологические посты и принимать участие в ежедневных дорожно-информационных радиопередачах. Целесообразны выступления представителей дорожных органов в местной печати, по радио и телевидению.

Для информации водителей необходимо ввести систему временных дорожных знаков, специальные табло со сменной информацией, которая может заменяться вручную, с пульта управления или автоматически. Весьма эффективна установка знаков со сменной информацией, которые связаны с датчиками, регистрирующими опасные метеорологические явления. В этом случае имеется возможность автоматического управления знаками, указывающими рекомендуемое управление знаками, указывающими рекомендуемый режим движения в зависимости от метеорологических условий.

Целесообразно разрабатывать специальную схему организации движения по периодам года, которая включает в себя схему разметки дороги и расстановки знаков по периодам года, организацию получения и передачи метеорологической информации о проезжаемости дороги в сложных условиях погоды и другие сведения о функционировании дороги в этих условиях.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

12.6. Оценка эффективности мероприятий по повышению безопасности движения

Оценка влияния мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на снижение числа дорожно-транспортных происшествии. В качестве исходного показателя, характеризующего ожидаемое изменение состояния аварийности в результате проведения мероприятий, используется средняя вероятность снижения количества ДТП на рассматриваемом участке дороги (P_m), выраженная в долях единицы (табл. 12.8).

Таблица 12.8

Значения показателя (P_m) для мероприятий по повышению безопасности дорожного движения

№ п/п	Мероприятия по повышению безопасности движения по элементами характерным участкам дорог	Вероятность снижения числа ДТП	
		общего числа ДТП	ДТП с пострадавшими
1	Отдельные мероприятия		
1.1	Кривые в плане		
1.1.1	Увеличение радиуса кривой в плане до нормативных значений	0,67	0,63
1.1.2	Устройство виражей с уширением проезжей части	0,36	0,27
1.1.3	Улучшение видимости на кривых в плане	0,22	0,65
1.1.4	Устройство островка, регулирующего движение	0,34	0,59
1.1.5	Установка ограждений на кривых в плане	0,16	0,32

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1.1.6	Установка направляющих устройств:		
	при числе полос движения 2	0,14	0,16
	при числе полос движения более 2	0,52	0,10
1.1.7	Установка или обновление предупреждающих дорожных знаков:		
	при числе полос движения 2	0,44	0,55
	при числе полос движения более 2	0,52	0,40
1.1.8	Установка предупреждающих знаков и направляющих устройств	0,22	0,41
1.1.9	Устройство краевой и осевой разметки на кривых, установка знаков	0,52	0,25
1.2	Участки подъёмов и спусков		
1.2.1	Устройство дополнительной полосы движения на подъем	0,45	0,25
1.2.2	Нанесение разделительной линии на выпуклых кривых в продольном профиле	0,55	0,62
1.2.3	Установка ограждений на спусках	0,12	0,16
1.3	Поперечный профиль		
1.3.1	Уширение проезжей части		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1.3.1.1	Уширение проезжей части (без учета величины уширения)	0,33	0,25
1.3.1.2	Уширение проезжей части с 5(6) до 7(8) м	0,30	0,22
1.3.1.3	уширение проезжей части с 7 до 9 м	0,34	0,25
1.3.1.4	Уширение проезжей части с 7 до 11.25 м	0,44	0,28
1.3.2	Увеличение числа полос движения		
1.3.2.1	Увеличение числа полос движения с 2 до 3	0,06	0,08
1.3.2.2	Увеличение числа полос движения с 2 до 4	0,12	0,20
1.3.2.3	Увеличение числа полос движения с 4 до 6	0,25	0,32
1.3.3	Уширение, устройство обочин		
1.3.3.1	Доведение геометрических параметров и поперечного уклона обочин до нормативных требований	0,31	0,37
1.3.3.2	Уширение обочин на 2 м с доведением до нормативных требований	0,22	0,26
1.3.3.3	Уширение обочин на 1,5 м с доведением до нормативных требований	0,20	0,24
1.3.3.4	Уширение обочин на 1,0 м с доведением до нормативных требований	0,17	0,20
1.3.3.5	Уширение обочин без учета величины уширения	0,20	0,24

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1.3.3.6	Устройство обочин шириной до 1,0 м	0,16	0,13
1.3.3.7	Устройство обочин шириной от 1,0 до 2,0 м	0,15	0,20
1.3.3.8	Устройство обочин шириной от 2,0 до 2,75 м	0,21	0,25
1.3.4	Устройство разделительной полосы	0,12	0,30
1.4	Пересечения и примыкания		
1.4.1	Канализирование движения:		
	на пересечениях	0,50	0,30
	на примыканиях	0,10	0,05
	на пересечениях и примыканиях со светофорным регулированием	0,26	0,15
	устройство островков безопасности разметкой для левоповоротных потоков	0,50	0,35
	устройство островков безопасности барьерного типа для левоповоротных потоков	0,58	0,38
1.4.2	Устройство осевой и краевой разметки	0,20	0,27
1.4.3	Устройство переходно-скоростных полос	0,24	0,13
1.4.4	Установка дорожных знаков:		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	предупреждающих	0,37	0,60
	знак СТОП на второстепенных дорогах перед выездом на главную дорогу	0,31	0,25
1.4.5	Сокращение количества примыканий	0,13	0,10
1.4.6	Устройство кольцевых пересечений	0,49	0,33
1.4.7	Введение светофорного регулирования:		
	на пересечениях	0,52	0,40
	на примыканиях	0,26	0,20
1.4.8	Уширение проезжей части	0,20	0,15
1.4.9	Устройство (укрепление) обочин в зоне пересечений (примыканий)	0,13	0,10
1.5	Железнодорожные переезды		
1.5.1	Установка дорожного знака СТОП	0,58	0,45
1.5.2	Установка ограждений	0,6	0,50
1.5.3	Установка автоматических шлагбаумов	0,84	0,70
1.6	Элементы обустройства		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1.6.1	Площадки отдыха		
1.6.1.1	Строительство площадок отдыха	0,24	0,21
1.6.1.2	Устройство переходно-скоростных полос в зоне площадок отдыха	0,42	0,45
1.6.2	Автобусные остановки		
1.6.2.1	Перенос автобусных остановок за пересечение (примыкание) с оборудованием заездным карманом, посадочной площадкой	0,20	0,26
1.6.2.2	Оборудование автобусных остановок заездными карманами, посадочными площадками	0,24	0,31
1.6.2.3	Оборудование автобусных остановок переходно-скоростными полосами, заездными карманами, посадочными площадками	0,34	0,44
1.7	Инженерное оборудование		
1.7.1	Дорожные знаки		
1.7.1.1	Установка предупреждающих дорожных знаков	0,26	0,41
1.7.1.2	Установка знака "Ограничение скорости движения"	0,50	0,20
1.7.1.3	Изменение ограничений скорости движения:		
	с 70 до 50 км/ч	0,21	0,16
	с 70 до 60 км/ч	0,10	0,08

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	с 80 до 50 км/ч	0,29	0,22
	с 80 до 60 км/ч	0,20	0,15
	с 80 до 70 км/ч	0,09	0,07
	со 100 до 70 км /ч	0,46	0,35
	со 100 до 80 км/ч	0,39	0,30
1.7.1.4	Установка дорожного знака УСТУПИ ДОРОГУ	0,07	0,05
1.7.1.5	Установка дорожного знака СТОП	0,32	0,25
1.7.1.6	Установка информационных панно АВАРИЙНО-ОПАСНЫЙ УЧАСТОК	0,20	0,15
1.7.2	Дорожная разметка		
1.7.2.1	Устройство осевой разметки	0,23	0,20
1.7.2.2	Устройство краевой разметки	0,15	0,17
1.7.2.3	Устройство осевой и краевой линий разметки	0,36	0,28
1.7.2.4	Восстановление разметки переходно-скоростных полос	0,34	0,26
1.7.3	Установка знаков, нанесение разметки	0,44	0,34
1.7.4	Дорожные ограждения, направляющие устройства		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1.7.4.1	Установка ограждений (независимо от типа)	0,19	0,25
1.7.4.2	Установка барьерных ограждений у осветительных опор и опор связи	0,17	0,22
1.7.4.3	Установка направляющих устройств	0,26	0,27
1.7.5	Электрическое освещение		
1.7.5.1	Устройство электрического освещения	0,26	0,25
1.7.5.2	Устройство электрического освещения автопавильона	0,34	0,37
1.8	Участки дорог в пределах населенных пунктов		
1.8.1	Устройство электрического освещения	0,60	0,50
1.8.2	Уширение проезжей части с 7,5 до 9,0 м	0,36	0,34
1.8.3	Укрепление обочин на всю ширину	0,23	0,20
1.8.4	Устройство шероховатой поверхностной обработки	0,28	0,31
1.8.5	Устройство тротуаров, пешеходных дорожек	0,30	0,23
1.8.6	Обустройство наземного пешеходного перехода знаками, разметкой	0,33	0,10
1.8.7	Устройство велодорожек	0,11	0,15

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1.8.8	Строительство пешеходного перехода в разных уровнях	0,24	0,15
1.8.9	Светофорное регулирование пешеходного движения	0,21	0,10
1.8.10	Оборудование стояночных площадок	0,14	0,18
1.8.11	Ограничение скорости движения	0,16	0,20
1.8.12	Установка пешеходных ограждений	0,20	0,27
1.8.13	Устройство разметки типа ЗЕБРА на пешеходных переходах	0,26	0,35
1.9	Мосты		
1.9.1	Установка барьерных ограждений на мостах	0,32	0,42
1.9.2	Устройство разметки на мостах	0,22	0,30
1.10	Покрытие проезжей части		
1.10.1	Устройство шероховатой поверхностной обработки	0,24	0,32
1.10.2	Повышение ровности дорожных покрытий (оценка ровности по толчкомеру) на каждые 50 см/км улучшения ровности	0,18	0,24
1.10.3	Повышение ровности покрытия (без учета степени улучшения ровности)		
1.10.4	Восстановление покрытия (укладка нового дорожного покрытия):		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	при числе полос движения 2	0,24	0,21
	при числе полос движения более 2	0,44	0,59
1.10.5	Ямочный ремонт дорожного покрытия	0,17	0,22
1.10.6	Укрепление, расчистка обочин		
1.10.6.1	Укрепление обочин на ширину 1,0 м	0,20	0,30
1.10.6.2	Укрепление обочин на всю ширину (при нормативной ширине обочин)	0,31	0,46
1.10.6.3	Укрепление обочин без учёта ширины и типа укрепления	0,30	0,36
1.10.6.4	Ямочный ремонт обочин и их подсыпка	0,16	0,20
1.10.6.5	Удаление с обочин мачт электрического освещения	0,11	0,18
1.10.6.6	Удаление с обочин деревьев, столбов	0,18	0,28
2	Комплексы мероприятий		
2.1	Ремонт и содержание дорог		
2.1.1	Ямочный ремонт проезжей части, приведение состояния обочин в соответствие с нормативными требованиями, установка (ремонт) ограждений и знаков при числе полос движения:		
	2	0,26	0,31

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	3	0,30	0,36
	4 и более	0,32	0,38
2.1.2	То же, что в п. 2.1.1, с устройством поверхностной обработки и нанесением разметки при числе полос движения:		
	2	0,29	0,35
	3	0,32	0,39
	4 и более	0,37	0,44
2.1.3	То же, что в п. 2.1.1, с устройством выравнивающего слоя покрытия при числе полос движения:		
	2	0,32	0,40
	3	0,36	0,42
	4 и более	0,42	0,50
2.1.4	То же, что в п. 2.1.1, с укладкой нового дорожного покрытия при числе полос движения:		
	2	0,34	0,41
	3	0,39	0,50
	4 и более	0,44	0,53

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

2.1.5	Уширение проезжей части (с устройством выравнивающего слоя, шероховатой поверхностной обработки, нанесением разметки, ремонтом и/или установкой ограждений и дорожных знаков, ремонтом и/или установкой автопавильонов, ремонтом площадок отдыха, пешеходных дорожек):		
	с 5(6) м до 7.5 м	0,26	0,43
	с 7,5 м до 9(10) м	0,55	0,60
	с 7,0 м до 11,25 м	0,44	0,53
	с 14,0 м до 17(18) м	0,58	0,64
2.2	Реконструкция и строительство дорог		
2.2.1	Смягчение продольных уклонов	0,27	0,34
2.2.2	Постройка второй проезжей части	0,30	0,40
2.2.3	Уширение мостов	0,37	0,30
2.2.4	Строительство пересечений в разных уровнях с автомобильными дорогами	0,96	0,40
2.2.5	Строительство пересечений в разных уровнях с железными дорогами	0,86	0.80
2.2.6	Строительство обходов населенных пунктов	0,80	0,25
2.2.7	Реконструкция участка дороги с улучшением трассы при числе полос движения:		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	2	0,72	0,68
	3	0,74	0,70
	4	0,75	0,72

Протяжённость зон влияния для отдельных элементов дорог приведена в табл. 12.9.

Таблица 12.9

Элементы дороги	Зона влияния
Подъёмы и спуски	100 м за вершиной подъема. 150 м после подошвы спуска
Пересечения в одном уровне	В каждую сторону по 50 м
Кривые в плане с обеспеченной видимостью при R > 400 м	То же
Кривые в плане с необеспеченной видимостью при R < 400 м	То же, 100 м
Мосты и путепроводы	То же, 75 м
Участки в местах влияния боковых препятствий и с глубокими обрывами у дороги	То же, 50 м
Участки подходов к тоннелям	Тоже, 150 м

При оценке вероятности снижения уровня аварийности в результате проведения дорожных работ на участках концентрации ДТП необходимо учитывать протяжённость участков, на которую распространяется мероприятие. Если

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

протяженность участка дорожных работ меньше длины участка концентрации ДТП, то вероятность снижения аварийности определяется по формуле

$$P = P_m \cdot \frac{L_1}{L},$$ где

(12.4)

L - протяжённость участка реализации мероприятия с зонами влияния, км;

L - протяженность участка концентрации ДТП, км;

P_m - средняя вероятность снижения числа ДТП.

Мероприятия по снижению аварийности на участках концентрации ДТП с точки зрения конечных результатов можно подразделить на две категории: 1) - те, которые способствуют предотвращению отдельных видов ДТП (одиночные мероприятия) и 2) те, которые направлены на предотвращение всех ДТП (комплексы мероприятий).

Средняя вероятность снижения числа ДТП в год t в результате реализации мероприятий определяется по формуле

$$P_M = \frac{\sum_{m=1}^{M}\left(\frac{1}{1-P_m}-1\right)}{1+\sum_{m=1}^{M}\left(\frac{1}{1-P_m}\right)},$$ где

(12.5)

M - число мероприятий по повышению безопасности движения, которые в год t оказывают влияние на снижение аварийности

$\left(t_m^{сл} \le t\right)$.

Ожидаемое в год t снижение числа ДТП в результате реализации нескольких мероприятий определяется по формуле

$Dn_t = P_M \times n_t$, где
(12.6)

n_t - прогнозируемое число ДТП в год t при отсутствии мероприятий по повышению безопасности движения.

Общее ожидаемое снижение числа ДТП на рассматриваемом i-том участке концентрации ДТП в результате реализации комплекса мероприятий по повышению безопасности движения определяется с учетом его срока службы

$$\Delta n_i = \sum_{t=0}^{t_{max}^{сл}} \Delta n_t ,$$ где
(12.7)

$t_{max}^{сл}$ - наибольший срок службы мероприятия, входящего в рассматриваемый комплекс, лет.

Срок службы m-го мероприятия устанавливается в соответствии с действующими нормативно-методическими документами с учётом региональных особенностей эксплуатации дорог.

Ожидаемое снижение числа ДТП в результате проведения мероприятий по повышению безопасности движения на дорожной сети, имеющей i-тое число участков концентрации аварийности:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$A = \sum_{i=1}^{I} \Delta n_i,$$ где

(12.8)

Dn_i - снижение числа ДТП на *i*-том участке концентрации ДТП с учётом зон его влияния, шт.

Сокращение числа ДТП в результате реализации мероприятий по повышению безопасности движения сопровождается одновременным уменьшением числа погибших и раненых. Ожидаемое снижение числа погибших и раненых на участках концентрации ДТП по сравнению с исходным уровнем до проведения дорожных работ допускается определять пропорционально сокращению общего объема аварийности.

Оценка экономической эффективности мероприятий по повышению безопасности движения. Показатели экономической эффективности мероприятий по повышению безопасности движения характеризуют народнохозяйственную целесообразность осуществления затрат, направляемых на указанные мероприятия. Эффективность определяется сопоставлением эффекта от снижения числа дорожно-транспортных происшествий и затрат по проведению мероприятий по снижению аварийности.

Оценка результата и затрат при определении показателей эффективности осуществляется за весь срок службы мероприятий. При сравнении двух и более вариантов реализации комплексов мероприятий оценка эффективности производится за один и тот же расчётный период. При определении расчетного периода следует ориентироваться на наиболее долговечный вариант. Начало расчётного периода определяется моментом времени, начиная с которого выбор варианта влияет на будущие затраты и результаты. Конец расчётного периода - момент, начиная с которого затраты и результаты по всем сравниваемым вариантам практически неразличимы или несущественны.

Для стоимостной оценки эффекта от снижения числа ДТП и затрат по проведению мероприятий по снижению аварийности могут использоваться различные виды цен, отличающиеся:

по временной базе - базисные и расчётные цены;

по сфере формирования цен - внутренние и мировые цены;

по виду валюты - в отечественной валюте, в иностранных (как правило, в свободно конвертируемых) валютах.

Базисные цены - это цены, сложившиеся в экономике страны или на мировом уровне на определённый момент времени (как правило, в качестве базовых цен в

дорожном хозяйстве РФ принимаются цены 1991 г.). Базисная цена считается неизменной в течение всего расчётного периода.

Расчётные цены - это цены, отражающие прогнозируемые изменения текущих цен на каждом шаге расчёта.

Расчёт стоимости дорожных работ выполняется в соответствии с нормативными документами, действующими в дорожной отрасли в области ценообразования.

Все результаты и затраты, получаемые (совершаемые) в различные моменты времени, приводятся к началу расчётного периода путём умножения их на коэффициент, определяемый нормой дисконта. Норма дисконта E - это норма чистого дохода в год на единицу затрат. Она может быть установлена государством как специфический социально-экономический норматив, обязательный для оценки проектов с позиций общества в целом, либо распорядителями федерального или территориальных дорожных фондов. При отсутствии официально установленной нормы дисконта рекомендуется применять $E = 0{,}12$.

Система показателей эффективности мероприятий по повышению безопасности движения включает:

интегральный эффект $Э_{инт}$, т.е. сумма эффектов за весь период сравнения;

индекс доходности *ИД*, т.е. отношение суммы эффектов к общей величине единовременных затрат;

внутреннюю норму доходности *ВНД*, представляющую собой ту неизменную в течение расчётного периода норму дисконта, при которой сумма эффектов равна сумме единовременных затрат;

срок окупаемости $t_{ок}$, т.е. минимальный интервал времени от начала расчётного периода, за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным;

интегральные затраты, т.е. сумму затрат за весь расчётный период.

Решение об эффективности мероприятий по повышению безопасности движения следует принимать с учётом всех перечисленных выше показателей эффективности, главным из которых является интегральный эффект $Э_{инт}$. Если интегральный эффект положителен, осуществление мероприятий является эффективным. При отрицательном значении $Э_{инт}$ рассматриваемый вариант неэффективен и его не следует реализовывать ни при каких значениях других показателей эффективности. В случае если по всем альтернативным вариантам результаты одинаковы, расчёты можно упростить, ограничившись определением для каждого из вариантов только величины интегральных затрат.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Индекс доходности, внутренняя норма доходности и срок окупаемости используются при оценке вариантов как вспомогательные показатели. Если у какого-либо варианта $Э_{инт} > 0$, то у него обязательно $ИД > 1$. Оценка индекса доходности играет важную роль, когда одним из основных критериев выбора вариантов является ожидаемая величина эффекта, получаемая на единицу затрат за весь расчетный период. Если важна величина эффекта, получаемая на единицу затрат ежегодно, то определяющее значение будет играть *ВНД*. При этом следует учитывать, что вариант считается эффективным, если *ВНД* больше, чем заданная внешняя норма дисконта. В случае когда важное значение имеет срок, после которого вложенные средства будут иметь отдачу, лучшим будет считаться вариант с наименьшим сроком окупаемости.

Расчётные формулы для определения показателей эффективности:

Интегральный эффект ($Э_{инт}$):

$$Э_{инт} = \sum_{t}^{T} \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t} - \sum_{t}^{T} \frac{K_t}{(1+E)^t},$$ где

(12.9)

R_t - эффект от снижения числа ДТП в году t;

Z_t - текущие затраты в году t;

K_t - единовременные затраты в году t;

E - норма дисконта;

T - момент окончания расчетного периода.

Индекс доходности *ИД*

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$ИД = \sum_{t}^{T} \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t} \cdot \frac{1}{\sum_{t}^{T} \frac{K_t}{(1+E)^t}}$$

(12.10)

Внутренняя норма доходности *ВНД* является решением следующего уравнения относительно *E*:

$$\sum_{t}^{T} \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t} = \sum_{t}^{T} \frac{K_t}{(1+E)^t}$$

(12.11)

Срок окупаемости $t_{ок}$ определяется из уравнения

$Э_{инт} = 0$ для $0 £ t £ T$,

при этом для всех $t £ t_{ок}$ должно выполнятся условие $Э_{инт} ³ 0$.

Интегральные затраты

$$Z_{инт} = \sum_{t=0}^{T} \frac{Z_t}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^{T} \frac{K_t}{(1+E)^t}$$

(12.12)

Эффект от проведения мероприятий по повышению безопасности движения заключается, в первую очередь, в снижении потерь от дорожно-транспортных происшествий, которые делятся натри группы:

потери, связанные с потерей здоровья и смертью людей, вовлеченных в ДТП;

потери, связанные с ущербом, причиняемым собственности (восстановление транспортных средств, повреждений дороги и дорожных сооружений, стоимость поврежденных грузов);

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

общественные потери, к которым относятся затраты, связанные с нарушением нормальных условий движения в зоне транспортного происшествия, и затраты органов ГИБДД, судов и прокуратуры.

В случае если в результате мероприятия по повышению безопасности дорожного движения ожидается существенное увеличение скорости движения автомобилей в транспортном потоке, то при наличии возможности объективно оценить это изменение (количественная оценка скорости движения устанавливается расчетным методом или на основе данных экспериментальных исследований) следует учитывать эффект от увеличения скорости движения.

Эффект от проведения мероприятий по повышению безопасности движения может быть определён прямым расчётом по формуле

$R_t = A1_t \times C1 + A2_t \times C2$, где

(12.13)

$A1_t$, $A2_t$ - ожидаемое в течение t лет снижение числа погибших и раненых в ДТП;

$C1$, $C2$ - средние стоимости потерь от одного ДТП со смертельным исходом и ранением (Потери от ДТП следует округлять в соответствии с «Методикой оценки и расчёта нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий» (Р-03112199-0502-00), Минтранс России. - М.: НПСТ «Трансконсалтинг», 2001. - 43с).

При отсутствии данных о средней стоимости потерь от одного ДТП эффект от проведения мероприятий по повышению безопасности движения допускается определять по формуле

$R_t = 365 \times g \times N \times L \times S_Э \times (П_{до} - П_{после})$, где

(12.14)

g - коэффициент использования пробега, $g = 0,6 \times b1 + 0,9 \times b2 + 0,8 \times b3$ (b1, b2, b3 - доля соответственно легковых, грузовых автомобилей и автопоездов в составе потока);

N - среднегодовая суточная интенсивность движения на рассматриваемом участке дороги в расчетный период, авт./сут;

L - протяжённость рассматриваемого участка дороги, км;

$S_Э$ - себестоимость перевозок в дорожных условиях, принятых за эталон, руб/авт.-км (в ценах

1991 г. эта величина составляла 0,2 руб/авт.-км);

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Пдо, *Ппосле* - коэффициенты, определяющиеся в зависимости от величины коэффициентов относительной аварийности (*Идо*, *Ипосле*) по табл. 12.10.

Таблица 12.10

Идо, *Ипосле*	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	5,0
Пдо, *Ппосле*	1,0	1,004	1,010	1,016	1,020	1,030	1,040	1,080

Значения коэффициента относительной аварийности (*Ипосле*) после проведения мероприятий по повышению безопасности движения определяются по формуле

$И_{после} = И_о + (И_{до} - И_о) \times (1 - P_m)$, где

(12.15)

Ио - относительное количество происшествий, на возникновение которых не оказывают влияние дорожные условия (*Ио* = 0,08);

Идо - средний коэффициент относительной аварийности до проведения мероприятий по повышению безопасности движения;

Pm - средняя вероятность снижения числа ДТП.

Эффект от увеличения скорости движения автомобилей в транспортном потоке выражается в сокращении продолжительности проезда и определяется по формуле

$$R_{td} = \frac{365 \cdot N \cdot S \cdot L}{V_o} - \frac{365 \cdot N \cdot S \cdot L}{V},$$ где

(12.16)

S - стоимость эксплуатации автомобилей в час,

S = s1×b1 + s2×b2 + s3×b3 + s4×b4 (b1, b2, b3, b4 - доля соответственно лёгких, средних, тяжёлых и сверхтяжёлых автомобилей в транспортном потоке (среднее значение за расчётный период); s1, s2, s3, s4 - тарифы за повременное пользование грузовым транспортом);

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

V, V_o - средние скорости движения транспортного потока до и после проведения мероприятий.

Средние значения скорости транспортного потока определяются в соответствии с указаниями п. 8.2.

РАЗДЕЛ V
ТЕХНОЛОГИЯ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ГЛАВА 13. Содержание дорог весной, летом и осенью

13.1. Содержание земляного полотна и полосы отвода

Работы по содержанию земляного полотна направлены на сохранение его геометрической формы, обеспечение требуемой прочности и устойчивости земляного полотна, обочин и откосов, постоянное поддержание в рабочем состоянии водоотводных и водопропускных устройств. Особое внимание необходимо уделять участкам с неблагоприятными грунтовыми и гидрологическими условиями, местам появления и развития пучин, участкам дорог на болотах и в зонах искусственного орошения.

Основные задачи содержания земляного полотна по периодам года:

в весенний период - исключить переувлажнение грунтов земляного полотна талыми и грунтовыми водами;

в летний период - выполнить работы по очистке и восстановлению дефектов водоотводных устройств, обочин и откосов;

в осенний период - предупредить переувлажнение земляного полотна атмосферными осадками, обеспечить минимальную влажность слагающих его грунтов.

Весенний период отличается неблагоприятным сочетанием природных факторов, в результате чего создаются условия, способствующие максимальному увлажнению земляного полотна. Поэтому весной основное внимание необходимо уделять регулированию, улучшению водно-теплового режима земляного полотна и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

прежде всего обеспечить поверхностный сток воды с обочин и откосов при таянии снега.

До начала интенсивного таяния снега проезжую часть, обочины и откосы полностью освобождают от снега и льда, что улучшает условия оттаивания грунтов земляного полотна. Для обеспечения пропуска талых вод производят очистку от снега и льда открытых лотков, приёмных колодцев, устьев труб, выпусков дренажей, выходов на откос дренажных прорезей и воронок, боковых канав и других водоотводных сооружений. Боковые канавы очищают автогрейдерами с кюветовосстановителями по всему их сечению или вручную путем устройства в снегу прорезей шириной 0,7 м на всю глубину канавы. У малых мостов и труб убирают шиты, закрывающие их отверстия, удаляют лёд и снег на ширину, равную ширине отверстия и на длину не менее 30 м вверх и вниз от искусственного сооружения.

Если на обочинах накопились значительные отложения снега, который не может быть быстро удалён, в этих отложениях через каждые 30-50 м по длине дороги устраивают поперечные прорези шириной 0,5-0,7 м на всю ширину обочины глубиной до её поверхности. Это необходимо для того, чтобы исключить накопление воды на проезжей части, образовавшейся от таяния снега и обеспечить её быстрый стоке поверхности дороги (рис. 13.1).

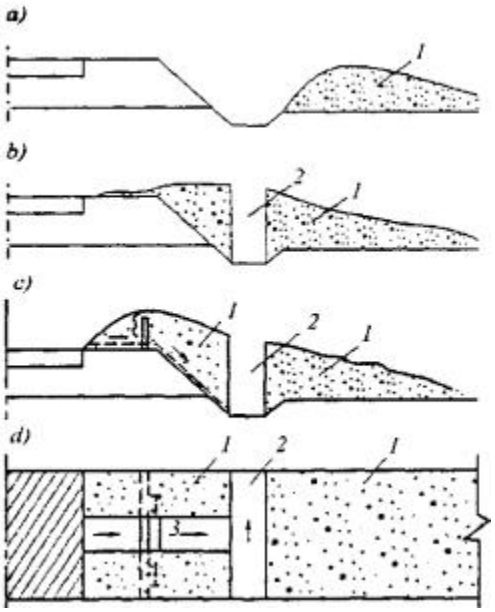


Рис. 13.1. Схема обеспечения отвода воды, образующейся при таянии снега:
a - полная очистка земляного полотна и кюветов от снега; b - устройство продольной прорези в снегу вдоль кювета; c, d - устройство поперечных и продольной прорези в снегу;
1 - отложения снега; 2 - продольная прорезь; 3 - поперечная прорезь

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Если на откосах выемок имеется выход на поверхность грунтовых вод, необходимо производить очистку поверхности откоса от снега с удалением его за пределы выемки, не допуская дополнительного увлажнения грунта откосов талыми водами. Особенно это необходимо выполнять на участках, ориентированных на север.

С началом весеннего потепления устанавливают тщательное наблюдение за дорогой, чтобы своевременно обнаружить признаки пучинообразования. Первый признак - появление в отдельных местах на покрытии продольных и поперечных трещин, влажных пятен (покрытие как бы «потеет»). Число трещин постепенно увеличивается, они соединяются, образуя сетку трещин.

Важной мерой, которая предотвращает пучины или максимально ослабляет их воздействие, является прокопка осушительных дренажных прорезей на неукреплённых обочинах. Прорези роют с обеих сторон пучинистого участка в шахматном порядке на расстоянии 4-8 м одну от другой. Они имеют ширину 0,25-0,5 м, а глубина равна толщине дорожной одежды с подстилающим песчаным слоем. Дну их придается уклон в сторону откоса 40-50 ‰. Воронки, соприкасаясь с тёплым воздухом и подвергаясь прямому нагреву солнечными лучами, способствуют быстрейшему оттаиванию земляного полона и отводу образующейся воды.

Воздушные воронки остаются открытыми до просыхания грунта, что представляет существенную опасность для движения автомобилей. Поэтому на таких участках должны быть установлены соответствующие дорожные знаки и ограждения, снижена скорость движения.

Если признаки пучинообразования всё же появились, необходимо предохранить покрытие от разрушения. Для этого на пучинистом участке устраивают «подушку» из котельного шлака, несмёрзшегося сухого песка или гравийно-песчаной смеси слоем 10-15 см. На «подушку» укладывают деревянные щиты или временное колейное покрытие. На отдельных участках, где дорожная одежда обладает малой прочностью, движение переносят на объезды или ограничивают скорость и грузоподъёмность автомобилей. Такие участки ограждают барьерами, устанавливают указатели и знаки ограничения скорости и грузоподъёмности.

Борьбу с пучинами прекращают, когда грунт земляного полотна полностью оттает и просохнет. С проезжей части убирают настилы, щиты, маты, шлак и песок, засыпают прорези на обочинах. После просыхания грунта прорези засыпают гравием или щебнем и уплотняют до требуемых норм.

На пучинистых участках необходимо устранить причины пучинообразования. В противном случае пучины на следующий год могут возникнуть вновь и опять потребуется устройство воздушных воронок. Вместо этого для отвода воды из переувлажнённого грунта при весеннем оттаивании могут быть устроены фильтры

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

из геотекстиля, к которым подтягивается вода из земляного полотна и песчаного основания и выпускается на откос или высыхает (рис. 13.2). Фильтры представляют собой оболочку из геотекстиля диаметром 15-20 см длиной от 1 м до 3 м, плотно заполненные отходами геотекстиля. Они укладываются в траншеи, отрытые на всю глубину дорожной одежды так, чтобы один конец фильтра выходил на откос, и засыпаются грунтом. Расстояние между фильтрами составляет 5-10 м.

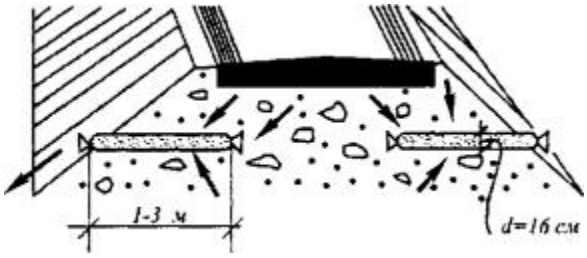


Рис. 13.2. Дренирующие фильтры из геотекстиля

Места на покрытии, подвергшиеся разрушению или деформациям, исправляют. В конце весны устраняют повреждения земляного полотна: засыпают промоины, исправляют бровки обочины (рис. 13.3), убирают оплывший грунт с откосов выемок и насыпей, подсыпают и укрепляют обрушившиеся откосы.

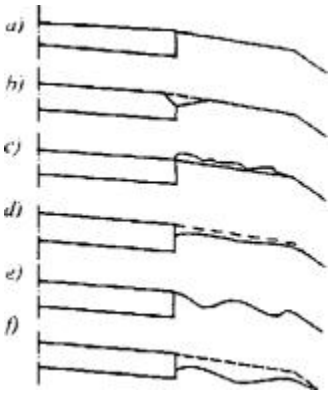


Рис. 13.3. Характерные дефекты неукреплённых обочин:
a - зарастание сорной травой; b - образование желоба у кромки проезжей части; c - нарастание обочин; d - занижение обочин; e - колеи на обочинах; f - общая деформация обочин

В летний период выполняют работы по уходу за обочинами, откосами, водоотводными канавами и полосой отвода путём устранения мелких деформаций и разрушений: обочины, откосы, разделительную полосу и полосу отвода освобождают от мусора, посторонних предметов, скашивают сорную траву и вырубают кустарник. Для борьбы с сорняковой растительностью используют

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

скашивание травы косилками или применяют химические вещества - гербициды в виде растворов и суспензий (табл. 13.1).

Таблица 13.1

Наименование гербицида	Краткая характеристика	Норма расхода, кг/га
Монурон	Порошок с содержанием около 80 % химического продукта. Представляет собой производное мочевины. Применяют в виде раствора. Опрыскивают почву до появления всходов сорных растений	20-40
Фенурон	Порошок, близкий по составу к монурону. Применяют так же, как монурон	20-40
Атразин	Порошок содержит около 50 % химического продукта. Применяют в виде суспензии. Опрыскивают почву до появления всходов сорняков. Можно опрыскивать и уже взошедшие растения, но действие в этом случае слабее	10-15
Симазин	Порошок содержит 50 % химического продукта. Применяют в виде суспензии. Опрыскивают почву до всходов сорняков	15-20
Даланон	Порошок содержит около 85 % химического продукта. Проникает в растения через опрыснутые листья. Применяют в виде раствора, когда высота растущих сорняков достигнет 10-20 см	30-40
ТХА (трихлорацетат натрия)	Порошок содержит около 85 % химического продукта. Эффективно подавляет как однолетние, так и многолетние сорняки. Применяют в виде раствора опрыскиванием почвы. Способен сохранять в почве свои токсические свойства до 4 месяцев	100-120

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Сульфамат аммония	Порошок содержит около 70-90 % химического продукта. Можно применять для борьбы с травянистой и с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью. Используют в виде раствора для опрыскивания растительности	300-500

Применение гербицидов следует согласовывать с местными сельскохозяйственными землепользователями. Для распределения гербицидов применяют прицепные и навесные опрыскиватели разных марок на факторах и самоходных шасси, а также поливомоечные машины. При использовании гербицидов следует соблюдать требования правил охраны труда и техники безопасности в связи с их токсичностью для людей и животных.

Все работающие с гербицидами должны быть обеспечены комбинезонами, сапогами, рукавицами, защитными очками, респираторами или марлевыми повязками с ватной прокладкой. Продолжительность работы с гербицидами - не более 5-6 ч в день. На участках, где применяют гербициды, и в местах их приготовления нельзя принимать пищу, курить, хранить пищу в карманах. Перед приемом пищи необходимо снять спецодежду, вымыть с мылом руки и лицо, прополоскать рот и горло. По окончании работы спецодежду нужно сдать в отведённое для её хранения помещение, вымыться или принять душ. Категорически запрещается уносить домой спецодежду или индивидуальные средства зашиты.

Хранят гербициды в прочной, хорошо закрытой таре на отдельном складе. После работы опрыскивающую аппаратуру и тару, в которой готовили растворы, следует тщательно очистить, промыть горячей водой и сдать на склад. Остатки рабочих растворов закапывают в землю на глубину не менее 1 м вдали от жилых построек, скотных дворов, источников питьевой воды. На обработанных гербицидами участках запрещается выпас скота, сбор ягод и грибов, кошение травы, пока не истечёт 15 дней со времени обработки.

Летнее содержание водоотвода состоит в прочистке отдельных участков водоотводных канав с обеспечением продольного уклона дна не менее 5 ‰, восстановлении укрепления на отдельных разрушенных участках, ремонте и очистке устьев дренажных устройств.

В осенний период проводят работы по предупреждению переувлажнения грунтов земляного полотна весной следующего года. Водоотводные канавы, устья водопропускных устройств и выпуски из дренажей систематически очищают от посторонних предметов и грязи с целью подготовки их к пропуску наибольшего расхода весенних вод. Отверстия малых мостов и труб закрывают щитами с целью не допустить попадание снега в сооружения. Производят планировку и срезку неукреплённых обочин для устранения колеи и ликвидации застоя воды.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Автогрейдерами тщательно планируют откосы и канавы на снегозаносимых участках.

Укрупнённые показатели на основные работы по содержанию земляного полотна и полосы отвода приведены в табл. 13.2.

Таблица 13.2

Вид работ	Средства механизации		Рабочие	
	наименование	кол-во маш.-ч	профессия и квалификация	кол-во чел.-ч
Земляное полотно и система водоотвода				
Содержание системы водоотвода с очисткой канав весной от снега, а летом от наносов и грязи с вывозом мусора. Очистка от снега русел весной на подходах к трубам	Кюветовосстановитель ДЭ-9 на автогрейдере ДЗ-31-1	0,84	Машинист 6-го разряда	0,84
	Автомобиль ЗИЛ ММЗ-555 с грейфером	0,80	Водитель 3-го класса	0,80
			Дорожные рабочие 2-го разряда	4,0
Очистка труб весной от снега, льда и наносов с вывозом мусора	Оборудование для Т-927 на комбинированной дорожной машине КДМ-130А, Автомобиль ЗИЛ ММЗ-555 с грейфером	0,20	Водитель 3-го класса	0,20
			Дорожный рабочий 3-го разряда	0,20
		0,20	Водитель 3-го класса	0,20

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Рытье и засыпка осушительных воронок на обочинах весной на пучинистых участках	Машина ЭД-201 на колесном тракторе «Беларусь» МТЗ-50 для рытья дренажных прорезей	20,90	Машинист 5-го разряда	20,90
Планировка откосов и засев травами	Автогрейдер ДЗ-31-1	0,52	Машинист 6-го разряда	0,52
	Машина для гидропосева СД-101	4,40	Водитель 3-го класса	4,40
			Дорожный рабочий 2-го разряда	4,40
Окашивание откосов и уборка скошенной травы	Косилка ЭД-101 на колёсном тракторе «Беларусь» МТЗ -50	0,40	Водитель 3-го класса	0,40
			Дорожный рабочий 2-го разряда	0,40
Содержание укреплённых обочин с подсыпкой, планировкой, уплотнением	Комбинированная дорожная машина КДМ-130А	0,50	Машинист 4-го разряда	0,50
	Автомобиль ЗИЛ ММЗ-555	10,00	Водитель 3-го класса	10,00
	Автогрейдер ДЗ-31-1	6,28	Машинист 6-го разряда	6,28
	Каток ДУ-11	15,00	Машинист 5-го разряда	15,00

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Содержание неукреплённых обочин с подсыпкой, планировкой, окашиванием и уборкой скошенной травы	Автомобиль ЗИЛ ММЗ-555	10,00	Водитель 3-го класса	10,00
	Комбинированная дорожная машина КДМ 130А	0,12	Машинист 4-го разряда	0,12
	Автогрейдер ДЗ 31-1	6,28	Машинист 6-го разряда	6,28
	Каток ДУ-11	15,00	Машинист 6-го разряда	15,00
	Косилка ЭД-101 на колёсном тракторе «Беларусь» МТЗ-50	0,06	Машинист 4-го разряда	0,06
			Дорожный рабочий 2-го разряда	0,06
Планировка полосы для обеспечения стока	Бульдозер ДЗ-37	6,26	Машинист 4-го разряда	6,26
	Автогрейдер ДЗ-31-1	0,52	Машинист 6-го разряда	0,52
Полоса отвода				
Сбор мусора, погрузка и вывоз его с полосы	Автомобиль ЗИЛ ММЗ-555 с грейфером	0,40	Водитель 3-го класса	0,40
			Дорожный рабочий 2-го разряда	0,40

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Окашивание полосы и уборка скошенной травы	Косилка ЭД-101 на колёсном тракторе «Беларусь» МТЗ-50	1,40	Машинист 4-го разряда	1,40
			Дорожные рабочие 3-го разряда	1,40
			Дорожные рабочие 2-го разряда	1,40

Имеющиеся в полосе отвода объездные и временные дороги необходимо поддерживать в рабочем состоянии путём периодического профилирования. В то же время при стихийном возникновении въездов и съездов с дороги они должны быть уничтожены, а движение по ним запрещено. На разрешённых въездах и съездах должно быть устроено твёрдое покрытие в зависимости от типа грунта на расстоянии не менее 100-300 м от основной дороги, чтобы избежать её загрязнения.

13.2 Содержание дорожных одежд

Основной задачей содержания дорожных одежд является систематический уход, поддержание и повышение транспортно-эксплуатационных качеств покрытия и содержание его в чистоте и порядке. Характер и объём работ по содержанию зависят от периода года, типа покрытия и конструкции дорожной одежды.

К наиболее сложным работам по содержанию дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями относится ремонт трещин, ямочный ремонт и ликвидация колей глубиной до 30 мм. Указанным работам посвящены самостоятельные разделы (13.3, 13.4 и глава 18).

Содержание дорог с усовершенствованными покрытиями. В весенний период, до начала интенсивного таяния, с проезжей части и обочин удаляют снег и лёд. После просыхания покрытие тщательно очищают от грязи, пыли, противогололёдных материалов с использованием различных средств механизации работ.

На дорогах с дорожными одеждами с недостаточной прочностью и большим количеством ослабленных участков (переувлажнение земляного полотна, пучины) ограничивают движение автомобилей большой грузоподъёмности, снижают скорость или полностью закрывают проезд, переводя его на специально подготовленные объезды.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Весной с наступлением теплой и устойчивой погоды устраняют мелкие повреждения в виде шелушения, выкрашивания, выбоин, трещин, отдельных волн, бугров, наплывов, обломов и неровностей кромок.

В зависимости от имеющихся средств механизации ремонт выбоин осуществляют разными способами.

Очистка покрытия от пыли и грязи выполняется систематически весной, летом и осенью, поскольку наличие пыли и грязи на проезжей части снижает сцепные качества покрытия, загрязняет проходящие автомобили, ухудшает видимость. Значительные отложения грязи, которые могут образоваться на отдельных участках весной и осенью, удаляют автогрейдерами, а небольшие отложения удаляют подметанием механическими щётками или поливомоечными машинами.

Подметание покрытий начинают машинами с механическими щётками от оси дороги с перемещением к кромке проезжей части. Последующие проходы должны перекрывать предыдущие на 0,25-0,50 м.

Уборка может производиться сухим или мокрым способом. При мокрой уборке покрытие увлажняется из специальных форсунок, разбрызгивающих воду в рабочей зоне. Смет - пыль, грязь и мелкий мусор - удаляется с покрытия щётками и подается в бункер механическим конвейером или пневматическим рукавом. При сухом обеспыливании пыль из зоны действия щёток отсасывается вакуумно-пневматическим устройством. Наиболее высокое качество очистки обеспечивают подметально-уборочные машины с вакуумно-пневматической системой, которые называются вакуумно-уборочными машинами.

Выпускается большое количество подметально-уборочных машин с шириной подметания 1,5- 3,0 м и более и рабочей скоростью 3,5-25 км/ч.

Мойку покрытий производят поливомоечными машинами широкими веерообразными струями воды, которые выбрасываются под давлением до 0,4 МПа из сопел с насадками, установленными под углом 75-80° к направлению движения. Расход воды 0,9-1,2 л/м^2. Работы по мойке покрытий выполняют чаще всего в ночное время, когда интенсивность движения заметно снижается.

Ширина обрабатываемой при мойке полосы колеблется у разных машин от 2,2 м до 8,5 м, рабочая скорость от 3,5 до 16,5 км/ч, ёмкость цистерн от 6 до 11 м^3. Для мойки дорог высоких категорий применяют поливомоечные машины, у которых вода выбрасывается тонкими струями из трубы, расположенной перед передним бампером машины, через систему сопел под большим давлением под углом 70-80° к покрытию. При этом рабочая скорость движения поливомоечной машины достигает 60 км/ч.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Поливку дорожных покрытий производят в жаркие летние дни на участках дорог, проходящих в пределах населённых пунктов. Поливка от мойки отличается тем, что струи воды направлены вперёд и вверх по ходу движения машины, в результате чего вода разбрызгивается и смачивает покрытие, улучшая микроклимат и создавая прохладу. Расход воды при поливке асфальтобетонного покрытия 0,2-0,3 л/м^2.

Ликвидация скользкости от избытка битума. В жаркие летние дни на отдельных участках покрытий из асфальтобетона и других битумоминеральных материалов под действием автомобильного движения и солнечных лучей на поверхность покрытия может выступить избыток вяжущего, в результате чего возникает скользкость. Смеси с избыточным количеством вяжущего обладают повышенной пластичностью, что способствует образованию волн, колеи и наплывов.

Существует несколько способов устранения этих недостатков. На поверхность такого покрытия могут быть рассыпаны крупнозернистый песок, необработанные или обработанные битумом или битумной эмульсией высевки размером 2-3 мм, которые вдавливают катками в размягчённый слой покрытия. Излишний битум обволакивает песок или высевки; одновременно повышаются сцепные свойства покрытия. Весьма эффективной мерой является обработка таких участков малыми дозами (0,1-0,2 л/м^2) органических растворителей (например, керосином, соляровым маслом) с последующей присыпкой песком и после некоторой выдержки (до 0,5 часа) очисткой поверхности подметальными машинами. При этом растворимый битум легко впитывается песком и затем удаляется вместе с ним.

Устранение волн и наплывов. Участки покрытия с волнами и наплывами предварительно разогревают горелками инфракрасного излучения, а затем укатывают катками массой 18-25 т поперек волн или срезают волны и наплывы автогрейдером, а затем закрывают эти места поверхностной обработкой. Волны и наплывы могут быть срезаны холодным фрезерованием без разогрева покрытия. Технология работ по ликвидации колей рассматривается отдельно.

Сдвиги на асфальтобетонных покрытиях являются следствием недостаточной сдвигоустойчивости асфальтобетонной смеси. В процессе работ по содержанию дороги работы по ликвидации сдвигов выполняют на отдельных участках. Для этого смесь со всего поврежденного места необходимо удалить фрезерованием или вручную при помощи перфораторов и отбойных молотков, исправить основание и уложить новую смесь, которая обладает достаточной для данных условий сдвигоустойчивостью. Ликвидация сдвигов при больших объёмах работ выполняется в процессе ремонта покрытия.

Шелушение и выкрашивание покрытия устраняют путём устройства защитного слоя, слоя износа или поверхностной обработки. Технология выполнения этих

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

работ рассмотрена отдельно. Шелушение покрытий из битумоминеральных материалов на дорогах с низкой интенсивностью движения может быть устранено следующим образом. В теплую погоду на сухое покрытие разливают горячий вязкий битум, жидкий битум или битумную эмульсию с расходом 0,5-0,8 л/м^2 и рассыпают крупнозернистый песок или каменные высевки. Аналогично могут быть устранены участки покрытия с заметным выкрашиванием, только в качестве минерального материала рассыпают щебень фракций 8-14 мм.

Остановка развития трещин. Главная задача содержания дорог в борьбе с трещинообразованием состоит в остановке процесса развития трещин, гидроизоляции и восстановлении сплошности покрытия.

Развитие одиночных, преимущественно температурных трещин можно остановить, если уменьшить в 3-4 раза концентрацию напряжений, возникающих в вершине трещины. Эту задачу можно решить по методу А.П. Матросова, устроив «ловушку» в виде канавки или прорези на расстоянии 10-20 см перед вершиной трещины на глубину не менее двух третьих толщины слоя покрытия. Длина прорези - 15-20 см. Как правило, трещина останавливается перед такой преградой и не развивается в длину и ширину (рис. 13.4) (Матросов А.П. Эксплуатация автомобильных дорог. - Ростов-на-Дону, 1989. - 162 с).

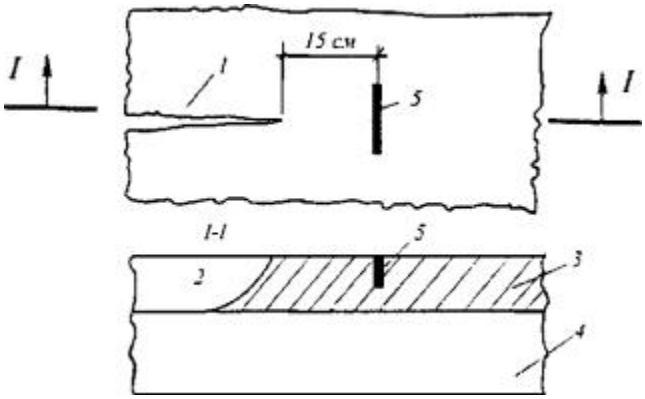


Рис. 13.4. Ловушка для трещин в виде прорези:
1, 2 - вид трещин в плане и разрезе; 3, 4 - слои покрытия; 5 - прорезь, заполненная гидроизоляционным материалом

Прорезь может быть сделана дисковой пилой, отбойным молотком и другими инструментами. Трещины и искусственно сделанная прорезь должны быть заполнены органическими вяжущими или битумной мастикой. При этом целесообразно использовать пластификатор вяжущего материала покрытия, что оказывает положительное влияние на снижение концентрации напряжений в вершине трещины. Это могут быть гудрон, тяжёлая нефть, смола и т.д.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Работы по остановке трещин ведут в любое время года по мере обнаружения трещинообразования, кроме периодов, когда проезжая часть покрыта снегом или льдом.

При содержании **цементобетонных покрытий** производят заделку швов и трещин, повреждений кромок и граней плит, отдельных раковин; ликвидируют местные просадки и поднятия отдельных плит и восстанавливают поверхность участков с очагами шелушения. Трещины предварительно разделывают пальцевыми фрезами, очищают, а затем заливают. Заливку швов и трещин от 5 до 25 мм производят преимущественно битумными мастиками (в том числе и резинобитумными), составы которых подбирают в зависимости от местных условий.

Раковины, выбоины, отдельные очаги поверхностного разрушения заделывают цементо- и полимербетонными смесями, торкретбетоном, а также смесями на жидком промышленном стекле; в отдельных случаях применяют асфальтобетонные смеси.

Заделка повреждений с помощью цементо- или асфальтобетонных (в том числе литых) смесей, а также смесей на жидком стекле выполняют в тёплое время года при температуре воздуха не ниже +5°С. Полимербетонные смеси применяют при температуре воздуха не ниже +15°С. При заделке повреждений глубиной до 5 см применяют мелкозернистый (песчаный) дорожный цементобетон; при большей глубине разрушений используют песчаные или щебенистые бетоны с предельной крупностью щебня до 20 мм. Перед укладкой ремонтной цементобетонной смеси на подготовленную ремонтируемую поверхность (за 10-20 мин) тонким слоем наносят цементный клей, приготовленный из пластифицированного цемента марки не ниже 500. Технология ремонтных работ, выполняемых при содержании цементобетонных покрытий, детально рассмотрена в п. 17.5.

Наряду с устранением повреждений систематически производят работы по очистке проезжей части в летнее время, проводят профилактические работы по предохранению цементобетонных покрытий от поверхностных разрушений путём их гидрофобизации.

Гидрофобизация - придание поверхности пор, капилляров и трещин способности не смачиваться водой, что обеспечивает увеличение сцепления колёс автомобиля с покрытием и адгезию льда.

На период проведения работ по гидрофобизации участок дороги для движения закрывают. При невозможности перевода движения на объезд гидрофобизацию производят поочередно на каждой половине проезжей части. Работы выполняют после тщательной очистки покрытия щётками поливомоечных или подметально-уборочных машин. Для нанесения на дорожные покрытия гидрофобизаторов (в виде водных растворов и эмульсий кремнийорганических соединений) используют

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

поливомоечные машины, оснащенные распределительным устройством с обеспечением равномерного розлива с заданным расходом. Работы по поверхностной гидрофобизации проводят в сухую погоду при температуре воздуха не ниже +5°С. Движение по обработанному дорожному покрытию открывают не ранее чем через 1 сутки после окончания работ.

При производстве работ по гидрофобизации необходимо соблюдать правила техники безопасности: при приготовлении и нанесении растворов гидрофобизирующих жидкостей следует избегать попадания их на руки, лицо и особенно глаза. Рабочих снабжают комбинезонами, защитными очками, резиновыми перчатками и сапогами. В случае попадания капель жидкости на участки кожи или глаза их необходимо смыть большим количеством воды.

В осенний период особое внимание уделяют содержанию обочин, плохое состояние которых может привести к повышенному увлажнению земляного полотна и созданию условий образования в последующем пучин, загрязнению проезжей части и интенсивному разрушению кромок покрытия.

Содержание дорог с переходными и низшими типами покрытий. С целью улучшения ровности покрытия (после дождей в весенний и осенний периоды) и равномерного распределения минерального материала по поверхности дорожной одежды осуществляют профилирование покрытия, устраняют отдельные выбоины, колеи и просадки.

Первое профилирование проводят ранней весной (после таяния снега), в результате чего ликвидируют колеи и выравнивают поперечный профиль. Второе профилирование делают в конце весеннего (влажного) периода для ликвидации вновь образовавшихся деформаций и окончательного выравнивания покрытия. В летний период профилирование производят после дождей по мере необходимости. Осенью профилирование производят с таким расчётом, чтобы покрытие при эксплуатации зимой было ровное, без колей и поперечных волн.

В весенний период производят очистку проезжей части от грязи и снежной или ледяной корки по мере её таяния. Очистку покрытия производят в течение 3-5 дней после освобождения дороги от основной массы снега и льда, пока грязь не засохла и легко удаляется автогрейдером или бульдозером.

Для обеспечения нормальных условий движения в жаркое и сухое время года на пылящих покрытиях проезжей части и неукреплённых обочинах, особенно в населённых пунктах, у автобусных остановок проводят работы по обеспыливанию (см. п. 13.5).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

13.3. Ремонт трещин асфальтобетонных покрытий

Ремонт трещин производят, как правило, весной и осенью, когда они имеют значительное раскрытие. Если ремонт трещин производится летом, его выполняют в утренние часы. В любом случае работы выполняют при сухом покрытии, в сухую погоду при температуре воздуха не ниже +5°С.

Наиболее распространённый способ ремонта трещин заключается в заливке их битумом или битумной мастикой. В общем виде технология включает в себя следующие операции (рис. 13.5):

очистка трещин от пыли и грязи; раскрытие трещин;

высушивание или разогрев трещин;

обмазка (подгрунтовка);

заполнение трещин заполнителем и герметизирующим материалом;

присыпка фрикционным материалом или заклеивание горячего жидкого заполнителя.

Это полный набор операций (рис. 13.5, а).

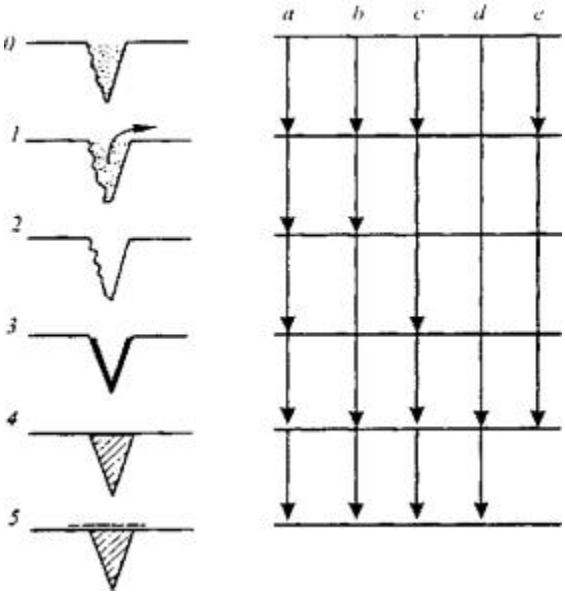


Рис. 13.5. Технологические операции и варианты технологии устранения трещин: 0 - состояние трещин до начала работ; 1 - очистка; 2 - высушивание и разогрев; 3 - обмазка; 4 - заполнение; 5 - россыпь песка или мелкого щебня;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

a - полный цикл; b - без обмазки; c - без высушивания и разогрева; d - без очистки, высушивания и обмазки; e - без высушивания, обмазки и россыпи песка

Если очистка трещин от пыли и грязи производится или завершается продувкой горячим воздухом, то отпадает операция по обмазке трещины битумом (подгрунтовкой), поскольку стенки трещины покрываются расплавленным битумом, имеющимся в асфальтобетоне (рис. 13.5, в). При ремонте в сухую, тёплую погоду отпадает необходимость высушивания трещины (рис. 13.5, c). При ремонте трещин методом поверхностной обработки исключаются операции по очистке трещин, высушиванию, обмазке и засыпке песком или каменной мелочью (рис. 13.5, d и e).

Для выполнения работ по ремонту трещин широко применяют различные виды оборудования, которое размещают и монтируют на специальной дорожно-ремонтной машине (дорожный ремонтёр).

Очистка трещин от пыли и грязи - это первая, очень важная рабочая операция по ремонту трещин. Простейший способ выполнения этой операции состоит в прочистке трещин металлическими крючьями с продувкой сжатым воздухом. Лучший результат достигается, когда перед прочисткой трещину увлажняют, прочищают металлическими крючьями или щётками, а затем просушивают сжатым воздухом.

Трещины шириной от 5 до 50 мм прочищают механическими щётками, имеющими диски (с металлическим ворсом) разного диаметра и толщины (в зависимости от ширины) или вручную металлическими крючьями; продувают, подсушивают и разогревают струёй горячего сжатого воздуха.

Высокое качество разделки трещин достигается путем прорези канавок на глубину до 5 см и ширину до 3 см фрезой или дисковой пилой с последующим удалением пыли, грязи и смазочных материалов из трещин. В результате получается чистая, правильно оформленная прорезь одной ширины с вертикальными чистыми стенками, что существенно облегчает выполнение всех последующих операций по заделке трещин и повышает качество работ.

В наборах оборудования для ремонта трещин их очистка производится горячим сжатым воздухом. Воздух от компрессора под давлением по шлангу поступает в газоструйный (бензовоздушный) термоинструмент. Горячая бензовоздушная смесь узконаправленной струёй вырывается из горелки со сверхзвуковой скоростью и благодаря высокой температуре сгорания режет одно- и двухслойные асфальтобетонные покрытия. Одновременно разрез очищается от мелкого мусора, пыли и продуктов разрушения асфальтобетона. Кромки разреза или трещины при этом оплавляются, что способствует лучшему сцеплению асфальтобетона с мастикой, заливаемой в трещину.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При продувке трещины без разогрева перед нанесением мастики желательно обработать её растворителем (или синтетическим клеем на основе толуола). Заливка трещин должна производиться немедленно после очистки. В зависимости от ширины трещин для их заполнения могут быть использованы различные материалы. Узкие трещины шириной до 3-5 мм после очистки промазывают жидким битумом, а затем с помощью заливщика трещин заполняют жидким или вязким разжиженным битумом или битумом СГ 130/120, МГ 200/300, БНД 200/300, нагретым до рабочей температуры 160-170°С. После заполнения битумом трещины присыпают песком.

Тонкие «молодые» трещины заделывают также нанесением разогретой полимербитумной мастики в виде ленты, препятствующей выкрашиванию покрытия у кромок трещины. Мастику разглаживают специальным нагреваемым утюжком (башмаком) и посыпают фракционированным песком. Покрытие в зоне трещины предварительно подсушивают нагретой струёй сжатого воздуха.

Средние и широкие трещины шириной до 3 см после очистки обрабатывают жидким битумом по норме 0,1-0,15 л/м^2 с помощью распылителя или краскопульта и, используя раздаточный пистолет заливщика швов, заполняют резинобитумной мастикой, нагретой до 150-170°С. После этого присыпают поверхность сухим нагретым песком или каменной мелочью. Работу выполняют захватками длиной 100-200 м.

В состав мастики для заливки швов входит вязкий битум, минеральный порошок, резиновая крошка и асбест коротковолокнистый, который может быть заменен синтетическими волокнами (табл. 13.3).

Таблица 13.3

Компоненты	Процентная доля по массе для температуры размягчения мастики, %			
	55°С	58°С	60°С	65°С
Битум вязкий 90/130 или 60/90	80	70	60	60
Минеральный порошок	10	25	25	25

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Резиновая крошка	10	5	5	-
Асбест коротковолокнистый	-	-	10	15

Резинобитумная композиция (битумная мастика) готовится в передвижном котле.

Средние и широкие трещины могут быть заполнены также полимербитумными вяжущими, эмульсионно-минеральной смесью, песчаной асфальтобетонной смесью или полимербетонной смесью. Очень широкие трещины более 3 см заделывают мелкозернистой асфальтобетонной смесью, предварительно смазав стенки трещины разжиженным битумом. После заполнения асфальтобетонной смесью уплотняют катками массой 5-6 т. Трещины шириной 50 мм и более оконтуривают нарезчиком швов или отбойными молотками на всю толщину покрытия, выбирают разрушенный материал, укладывают послойно мастичнощебёночную смесь и присыпают песком.

Если трещину разделывают не на всю глубину, то во избежание появления отражённой трещины перед герметизацией на дно канавки в трещину укладывают специальный уплотнительный шнур, слой битуминизированного песка или слой резиновой крошки.

Для упрощения технологии заделки трещин и повышения качества этих работ применяют мастики с твердыми наполнителями, которые отличаются повышенной механической прочностью и тепловой устойчивостью, что позволяет увеличить срок службы покрытий после обработки в 2-2,5 раза. Применение мастик с твёрдым наполнителем дает возможность отказаться от посыпки залитой трещины песком или высевками.

Имеется опыт заполнения широких трещин щебнем с пропиткой битумом и заклеиванием полосами из стекловолокна, которое заливают сверху битумом, а также опыт заклеивания заполненной трещины специальной битумной лентой, которая разогревается на месте укладки газовой горелки.

Трещины с разрушенными краями разделывают, вырубая асфальтобетон полосой 10-15 см с каждой стороны деформированного слоя. Разделанные трещины заделывают так же, как и выбоины.

При наличии на покрытии сплошной сетки трещин на небольших участках их перекрывают поверхностной обработкой. Сплошную сетку трещин, возникшую из-за неустойчивости основания, ремонтируют как и места пониженной прочности - вырубкой основания и устройством новой поверхностной обработки.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для ремонта трещин выпускаются специальные комплекты машин и оборудования (см. главу 19).

Ликвидация трещин с применением пластификаторов. Обычные способы заполнения трещин органическими вяжущими или пластификаторами и другими составами позволяют обеспечить гидроизоляцию покрытий и снизить вероятность образования выбоин, однако при этом не восстанавливается сплошность покрытия, а следовательно, и его прочность. Поэтому необходимо искать пути ликвидации трещин с восстановлением сплошности и монолитности покрытия.

Частично эта задача решается при ремонте трещин с разогревом материала их стенок до высокой температуры, при которой битум в старом покрытии становится пластическим и соединяется с горячим заполнителем. Более монолитным становится покрытие с трещинами, ремонт которого выполнен методом горячей регенерации на месте.

Одним из способов ликвидации трещин с улучшением сплошности и монолитности покрытия в естественном состоянии летом является пластификация материала покрытия в зоне, прилегающей к трещине. Суть способа состоит в том, что очищенные трещины заполняются реагентами, разжижающими и пластифицирующими битум стенок и кромок покрытия. Пластификатором заполняют трещину и обрабатывают поверхность покрытия, прилегающую к ней. Под действием транспорта при высокой летней температуре происходит закрытие трещин с восстановлением сплошности и прочности материала покрытия. Этот способ наиболее приемлем для ликвидации трещин шириной 3-7 мм, но даёт положительный эффект и при заделке более узких и более широких трещин.

Очень важное значение имеют характеристики применяемого пластификатора. Он должен быть достаточно жидким в рабочем состоянии, чтобы проникнуть на всю глубину трещины, и достаточно вязким, чтобы не вытекать из нее по уклону до взаимодействия с битумом материала покрытия. Пластификаторы должны хорошо совмещаться с битумом, обладать малой летучестью и хорошей стабильностью во времени. К таким пластификаторам можно отнести госсиполовую смолу, моторную нефть, антраценовое масло, мазут и др. Эти материалы совмещаются с высокомолекулярными соединениями в битуме, повышают его пластичность и уменьшают хрупкость асфальтобетона. В качестве пластификатора могут быть применены также нефтяные гудроны.

Пластификатор разогревают до температуры 60-100°С, при которой обеспечивается его свободный розлив. До заполнения пластификатором трещину тщательно очищают от пыли, песка и щебня, для чего используют металлические щетки и крючья, а затем трещину продувают и просушивают сжатым воздухом. Затем заливщиком швов заполняют трещину пластификатором и обрабатывают им примыкающую к трещине поверхность покрытия шириной по 20-30 см с каждой

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

стороны. По разлитому пластификатору рассыпают крупнозернистый песок в количестве 0,01 $м^3/м^2$.

Закрытие трещины и омоноличивание происходит в течение длительного времени в летний период. Поэтому заполнение трещины пластификатором должно производиться уже в конце весны.

Заделка трещин геотекстильными лентами. В процессе эксплуатации покрытия с отремонтированными трещинами заполняющий материал через некоторое время начинает разрушаться и выбивается из трещин под действием колёс автомобилей. Трещины снова раскрываются. Причин этого явления много: не всегда тщательная очистка трещины от пыли, песка и щебня, недостаточно полная обмазка стенок трещин или заполнение не до дна, в результате чего ремонтный материал (заполнитель) не имеет достаточного сцепления с материалом покрытия и др.

Устойчивость ремонтного материала в трещинах может быть недостаточна и в связи с изменением их ширины при температурных деформациях, а также из-за вертикальных перемещений стенок трещины относительно одна другой при проезде автомобилей (рис. 13.6).

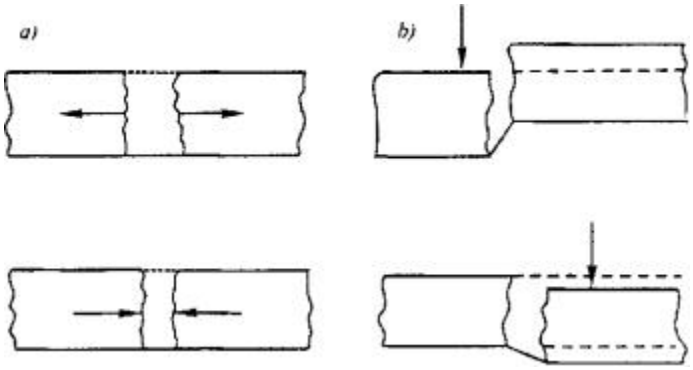


Рис. 13.6. Возможные смещения стенок трещин:
а - под действием температуры; б - под действием колеса автомобиля

Для закрепления ремонтного материала можно заклеить трещину геотекстильным материалом шириной ленты 8-12 см. Такой способ применим при заделке узких и средних трещин (рис. 13.7). Эти трещины очищают продувкой сжатым воздухом, обмазывают жидким битумом или битумной мастикой. Одновременно разливают вязкий битум при температуре 80-170°С шириной полосы по 4-6 см в обе стороны от середины трещины. По разлитому битуму немедленно укладывают заранее заготовленную геотекстильную ленту, сматывая ее с бухты, установленной на ручной тележке. Ленту накладывают на битум и прижимают к нему прижимным валиком. Происходит приклеивание ленты к

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

битуму. В точках поворота трещины тележку опирают на валик и поворачивают в нужном направлении.

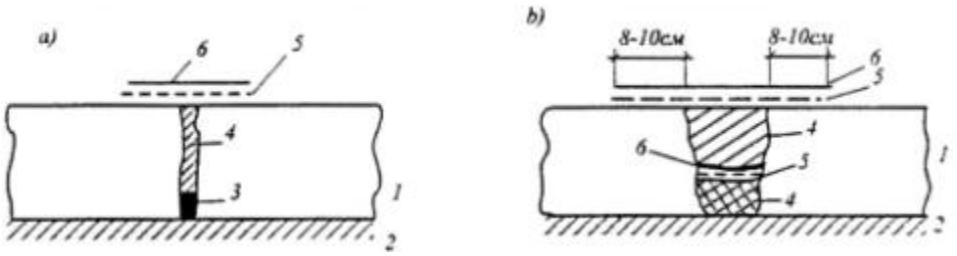


Рис. 13.7. Закрепление ремонтного материала геотекстильными лентами:
1 - покрытие; 2 - основание; 3 - остатки пыли, песка, щебня; 4-ремонтный материал для заполнения трещин; 5 - битум; 6 - геотекстильный материал;
a - узкие и средние трещины; b - широкие и очень широкие трещины

В широких и очень широких трещинах после их очистки и обмазки разливают битум и укладывают по нему текстильную ленту на всю ширину трещины, которая в определенной степени армирует заполнение. Затем трещину заполняют песчаной или мелкозернистой асфальтобетонной смесью, разливая по ней вязкий горячий битум, укладывают и прижимают или уплотняют верхнюю геотекстильную ленту шириной больше ширины трещины на 6-10 см с каждой стороны. Для лучшей пропитки геотекстильной ленты сверху по ней может быть разлит битум с расходом 0,5-1 л/м^2.

Заделка трещин геотекстильными лентами технологически более сложна и требует дополнительных затрат ручного труда, который может быть исключен после создания специальных машин или приспособлений для реализации этой технологии. Однако опыт показывает, что эти затраты с избытком компенсируются увеличением в четыре раза сроков службы заделки трещин по сравнению с обычным заполнением трещин ремонтным материалом.

Ремонт трещин и предупреждение образования выбоин путем устройства местной поверхностной обработки. Подавляющее число выбоин образуется в результате развития трещин, а также мест шелушения и выкрашивания щебёнок из покрытия. Все эти виды разрушений в начальной стадии могут быть объединены термином «эрозия покрытия».

Опыт показывает, что ранняя эрозия ежегодно охватывает от 1 до 2 % общей поверхности покрытия при высоком качестве строительства и содержания и от 2 до 4 % и более при невысоком качестве строительства и содержания, а также при существенном возрастании транспортной нагрузки по сравнению с расчётной. Таким образом, через 5 лет эксплуатации эрозия поверхности покрытия может составить от 5 до 10 % площади в первом случае и от 10 до 20 % во втором случае, причем большинство мелких трещин и разрушений перерастут в глубине выбоины.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Чтобы остановить этот процесс, необходимо своевременно заделывать возникающие трещины. Одним из путей сдерживания эрозии покрытия является местная поверхностная обработка в зоне образования трещин или сетки трещин. Эта технология особенно целесообразна в начальной стадии появления и развития трещин, когда площадь эрозии покрытия составляет 1-2 % от общей площади покрытия, а ширина трещин не превышает 15 мм. При ремонте одиночных трещин поверхностная обработка из мелкозернистого щебня устраивается на всю длину трещины полосой, ширина которой составляет 30-40 см.

В местах, где несколько трещин расположены рядом или образовалась сетка трещин, поверхностная обработка устраивается на всей площади, поражённой трещинами. Такая технология широко применяется во Франции и ряде других стран [14].

Поверхностная обработка для ремонта трещин устраивается из щебня с размером фракций 4-6 мм и расходом щебня 5 л и битума 1,1 л на 1 м^2 ремонтируемого покрытия. Работы выполняются специально созданной машиной типа «Стоппер» фирмы «Секмэр» (Франция) или аналогичными машинами фирмы «Savalco» (Швеция) и др.

Машина типа «Стоппер» состоит из обогреваемой цистерны ёмкостью 3100 л для вяжущего (битума или битумной эмульсии), кузова для щебня емкостью 5 м^3, грейферного ковша для загрузки щебня в кузов, распределителя битума, распределителя щебня, консоли оператора с пультом управления и электронным оборудованием, пневматического катка для предварительного уплотнения (рис. 13.8).

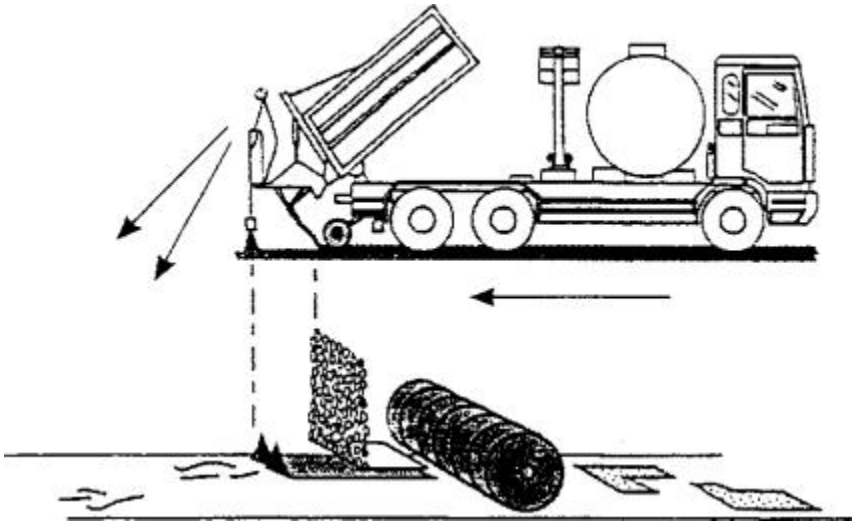


Рис. 13.8. Предупреждение образования ямочности путём местной поверхностной обработки машиной типа «Стоппер» фирмы «Сэкмэр» (Франция)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Машина в рабочем режиме движется задним ходом со скоростью от 3,5 км/ч до 7,0 км/ч. Специально обученный оператор с консоли оператора визуально определяет местоположение и размеры трещины или сетки трещин и с пульта управления устанавливает программу распределения битума и щебня так, чтобы закрыть трещины полосой поверхностной обработки шириной 30-40 см.

Распределение вяжущего осуществляется под давлением через 20 плоскоструйных сопел в виде мелких брызг. Поэтому вяжущее равномерно покрывает всю обрабатываемую поверхность и проникает в трещины и мелкие поры. Выходное отверстие распределителя щебня находится на расстоянии около 1 м от распределителя битума, поэтому временной разрыв между распределением битума и щебня составляет около одной секунды.

Исходя из заданного местоположения трещин и их длины включаются соответствующие сопла распределителя вяжущего и заслонка распределителя щебня. Максимальная ширина обрабатываемой полосы 3,1 м. В пределах этой полосы одновременно могут обрабатываться все встречающиеся трещины.

Достоинство технологии ремонта трещин методом поверхностной обработки состоит в отсутствии ручного труда, высокой производительности и экономичности. Трещины заполняются вяжущим и мелким щебнем и закрываются водонепроницаемым шероховатым слоем (рис. 13.9). Наиболее целесообразно применение этой технологии для ремонта мелких трещин на ранней стадии их развития, что позволяет предупредить образование крупных трещин и выбоин, т.е. практически избежать необходимости ямочного ремонта. Таким образом, создаются основы стратегии профилактического предупредительного ремонта.

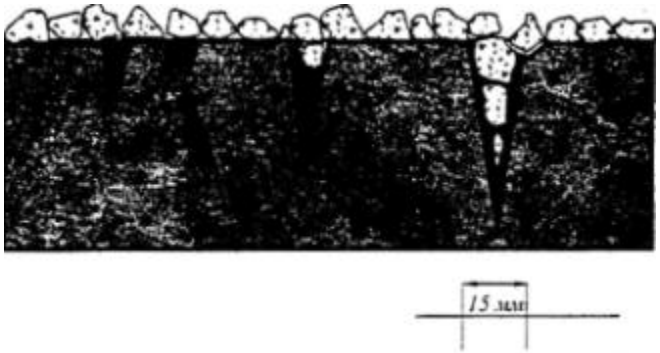


Рис. 13.9. Заполнение трещин вяжущим материалом и щебнем

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

13.4. Ямочный ремонт покрытий из асфальтобетона и битумоминеральных материалов. Основные способы ямочного ремонта и технологические операции

Задача ямочного ремонта состоит в восстановлении сплошности, ровности, прочности, сцепных качеств и водонепроницаемости покрытия и обеспечении нормативного срока службы отремонтированных участков. При ямочном ремонте применяют различные способы, материалы, машины и оборудование. Выбор того или иного способа зависит от размеров, глубины и количества выбоин и других дефектов покрытия, типа покрытия и материалов его слоев, имеющихся ресурсов, погодных условий, требований к продолжительности ремонтных работ и т.д.

Традиционный способ предусматривает обрубку кромок выбоины с приданием ей прямоугольного очертания, очистку ее от асфальтобетонного лома и грязи, подгрунтовку дна и кромок выбоины, заполнение её ремонтным материалом и уплотнение. Для придания выбоине прямоугольного очертания используют небольшие холодные фрезерные машины, дисковые пилы, перфораторы.

В качестве ремонтного материала преимущественно используют асфальтобетонные смеси, требующие уплотнения, а из средств механизации - малогабаритные катки и вибротрамбовки.

При проведении работ в условиях повышенного увлажнения выбоины перед подгрунтовкой просушивают сжатым воздухом (горячим или холодным), а также с применением горелок инфракрасного излучения. Если покрытие ремонтируют небольшими картами (до 25 м^2), разогревают всю площадь; при ремонте большими картами - по периметру участка.

После подготовки выбоину заполняют ремонтным материалом с учётом запаса на уплотнение. При глубине выбоин до 5 см смесь укладывают в один слой, более 5 см - в два слоя. Уплотнение производят от краёв к середине ремонтируемых участков. При заделке выбоин глубже 5 см в нижний слой укладывают крупнозернистую смесь и уплотняют. Такой метод позволяет получить высокое качество ремонта, но требует выполнения значительного количества операций. Применяется при ремонте всех видов покрытий из асфальтобетонных и битумоминеральных материалов.

Мелкие выбоины глубиной до 1,5-2 см на площади 1-2 м^2 и более ремонтируют по методу поверхностных обработок с применением щебня мелких фракций.

Метод ремонта с разогревом поврежденного покрытия и повторным использованием его материала основан на применении специального оборудования для разогрева покрытия - асфальторазогревателя. Метод позволяет получить высокое качество ремонта, обеспечивает экономию материала, упрощает

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

технологию производства работ, но имеет существенные ограничения по погодным условиям (ветер и температура воздуха). Применяется при ремонте всех видов покрытий из асфальтобетонных и битумоминеральных смесей.

Метод ремонта заполнением выбоин, ям и просадок без вырубания или разогрева старого покрытия заключается в заполнении этих деформаций и разрушений холодной полимерасфальтобетонной смесью, холодным асфальтобетоном, влажной органоминеральной смесью и т.п. Метод отличается простотой исполнения, позволяет выполнять работу в холодную погоду при влажном и мокром покрытии, однако не обеспечивает высокого качества и долговечности отремонтированного покрытия. Применяется при ремонте покрытий на дорогах с низкой интенсивностью движения или как временная, экстренная мера на дорогах с высокой интенсивностью движения.

По типу применяемого ремонтного материала различают две группы способов ямочного ремонта: **холодные и горячие**.

Холодные способы основаны на использовании в качестве ремонтного материала холодных битумоминеральных смесей, влажных органоминеральных смесей (ВОМС) или холодного асфальтобетона. Применяются в основном для ремонта покрытий из чёрного щебня и холодного асфальтобетона на дорогах низких категорий, а также при необходимости срочной или временной заделки выбоин в более ранние сроки на дорогах высоких категорий.

Работу по ямочному ремонту этим способом начинают весной, как правило, при температуре воздуха не ниже +10°С. При необходимости холодные смеси могут быть использованы для ямочного ремонта и при более низкой температуре (от +5°С до -5°С). В этом случае перед укладкой холодный чёрный щебень или холодную асфальтобетонную смесь разогревают до температуры 50-70°С, при помощи горелок нагревают дно и стенки выбоин до момента появления на их поверхности битума. При отсутствии горелок поверхность дна и стенок обмазывают битумом с вязкостью 130/200 или 200/300, разогретым до температуры 140-150°С. После этого укладывают ремонтный материал и уплотняют.

Формирование покрытия в месте ремонта холодным способом происходит под движением транспорта в течение 20-40 суток и зависит от свойств жидкого битума или битумной эмульсии, вида минерального порошка, погодных условий, интенсивности и состава движения.

Холодные асфальтобетонные слои для ямочного ремонта готовят с применением жидкого среднегустеющего или медленногустеющего битума с вязкостью 70/130, по той же технологии, что и горячие асфальтобетонные смеси, при температуре нагрева битума 80-90°С и температуре смеси на выходе из смесителя 90-120°С. Смеси можно хранить в штабелях высотой до 2 м. В летний период их можно

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

держать на открытых площадках, в осенне-зимний период - в закрытых складах или под навесом.

Ремонтные работы можно выполнять при более низкой температуре воздуха, заготавливать заранее ремонтный материал. Стоимость работ по данной технологии ниже, чем при горячем способе. Главный недостаток состоит в сравнительно небольших сроках службы отремонтированного покрытия на дорогах с движением тяжёлых грузовых автомобилей и автобусов.

Горячие способы основаны на применении в качестве ремонтного материала горячих асфальтобетонных смесей: мелкозернистые, крупнозернистые и песчаные смеси, литой асфальтобетон и др. Состав и свойства применяемой для ремонта асфальтобетонной смеси должны быть аналогичны той, из которой сделано покрытие. Смесь готовится по обычной технологии приготовления горячего асфальтобетона. Горячие способы применяют при ремонте дорог с асфальтобетонным покрытием. Работы можно выполнять при температуре воздуха не ниже +10°С при оттаявшем основании и сухом покрытии. При использовании разогревателя ремонтируемого покрытия допускается выполнять ремонт при температуре воздуха не ниже +5°С. Горячие способы ямочного ремонта позволяют обеспечить более высокое качество и длительный срок службы отремонтированного покрытия.

Как правило, все работы по ямочному ремонту выполняют ранней весной, как только позволят погодные условия и состояние покрытия. Летом и осенью заделку выбоин и ям производят немедленно после их появления. Технология и организация работ различными способами имеют свои особенности. Однако для всех способов ямочного ремонта есть общие технологические операции, которые выполняются в определенной последовательности. Все эти операции можно разделить на подготовительные, основные и заключительные.

Подготовительные работы включают в себя:

установку ограждения мест производства работ, дорожных знаков и устройство освещения, если работы выполняют в ночное время;

разметку мест ремонта (карт);

вырубку, разломку или фрезерование поврежденных участков покрытия и уборку снятого материала;

очистку выбоин от остатков материала, пыли и грязи;

просушку дна и стенок выбоины, если ремонт производится горячим способом при мокром покрытии;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

обработку (подгрунтовку) дна и стенок выбоины битумной эмульсией или битумом.

Разметку мест ремонта (карт ремонта) производят при помощи натянутого шнура или мелом с помощью рейки. Место ремонта очерчивают прямыми линиями, параллельными и перпендикулярными оси дороги, придавая контуру правильную форму и захватывая неповреждённое покрытие на ширину 3-5 см. Несколько выбоин, находящихся на расстоянии до 0,5 м одна от другой, объединяют в общую карту.

Вырубку, разломку или фрезерование покрытия в пределах размеченной карты производят на толщину разрушенного слоя покрытия, но не менее 4 см по всей зоне ремонта. При этом если выбоина по глубине затронула нижний слой покрытия, разрыхляется и удаляется толщина нижнего слоя с разрушенной структурой.

Очень важно снять и удалить весь разрушенный и ослабленный слой асфальтобетона, захватывая по всему размеченному контуру полосу шириной не менее 3-5 см из прочного, неразрушенного асфальтобетона. Нельзя оставлять неудалёнными эти краевые полосы выбоины, поскольку монолитность асфальтобетона здесь ослаблена за счёт образования микротрещин, расшатывания и выкрашивания отдельных щебёнок из стен выбоины (рис. 13.10, а). В выбоине собирается вода, которая под динамическим воздействием колёс автомобилей проникает в межслойное пространство и ослабляет сцепление верхнего слоя асфальтобетона с нижним. Поэтому, если оставить ослабленные края выбоины, то после укладки ремонтного материала через некоторое время ослабленные края могут разрушаться, вновь уложенный материал потеряет связь с прочным старым материалом и начнётся развитие выбоины.

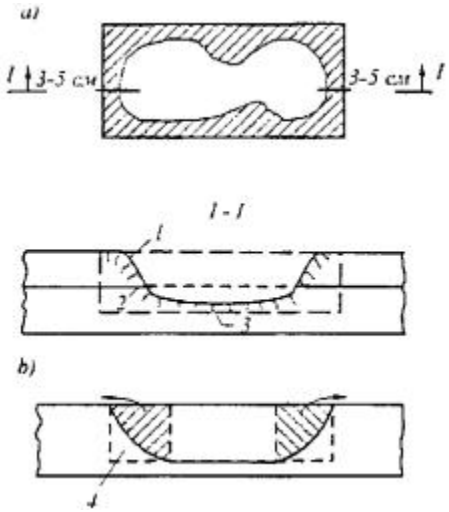


Рис. 13.10. Разделка выбоины перед укладкой ремонтного материала:
a - разделка ослабленных мест; b - разделка краёв выбоины после фрезерования;
1 - ослабленная стенка выбоины; 2 - отслоившаяся часть покрытия; 3 - разрушенная часть дна выбоины; 4 - обрубленная или скошенная стенка выбоины

Стенки кромок выбоины после вырубания должны быть вертикальными по всему контуру. Вырубка и разломка покрытия может осуществляться при помощи отбойного пневматического молотка или лома, бетонолома, нарезчика швов и рыхлителя или при помощи дорожной фрезы.

При использовании дорожной фрезы для разделки выбоины образуются округленные передняя и задняя стенки выбоины, которые должны быть обрезаны дисковой пилой или отбойным молотком. В противном случае верхняя часть уложенного слоя ремонтного материала в местах сопряжения со старым материалом будет очень тонкой и быстро разрушится (рис. 13.10, b).

Разрыхлённый материал старого покрытия удаляется из выбоины вручную, а при использовании дорожной фрезы снятый материал (гранулят) погрузочным конвейером подается в самосвал и вывозится. Очистку карты осуществляют с помощью лопат, сжатого воздуха, а при большой площади карты - с помощью подметально-уборочных машин. Просушку дна и стенок карты производят по необходимости путём продувки горячим или холодным воздухом.

Обработку вяжущим (подгрунтовку) дна и стенок выбоин производят в случае укладки в качестве ремонтного материала горячих асфальтобетонных смесей. Это необходимо для того, чтобы обеспечить лучшее приживание материала старого асфальтобетона к новому.

Дно и стенки очищенной карты обрабатывают жидким среднегустеющим битумом с вязкостью 40/70, разогретым до температуры 60-70°С с расходом 0,5 л/м^2 или битумной эмульсией с расходом 0,8 л/м^2. При отсутствии средств механизации битум нагревают в передвижных битумных котлах и распределяют по основанию с помощью лейки.

Заполнение выбоины ремонтным материалом можно производить только после выполнения всех подготовительных работ. Технология укладки и последовательность операций зависит от способа и объёмов выполнения работ, а также от вида ремонтного материала. При небольших объёмах работ и отсутствии средств механизации укладка ремонтного материала может производиться вручную.

Температура горячей асфальтобетонной смеси, доставленной к месту укладки, должна быть близкой к температуре приготовления, но не ниже 110-120°С. Наиболее целесообразно укладывать смесь при такой температуре, когда она легко обрабатывается, а в процессе укладки не образуются волны и деформации при

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

проходе катка. В зависимости от типа смеси и ее состава такой температурой считают: для многощебенистой смеси - 140-160°С; для среднещебенистой смеси - 120-140°С; для малощебенистой смеси - 100-130°С.

Укладка смеси в карту производится в один слой при глубине вырубки до 50 мм и в два слоя при глубине более 50 мм. При этом в нижний слой может быть уложена крупнозернистая смесь с размером щебня до 40 мм, а в верхний слой - только мелкозернистая смесь с размером фракций до 20 мм.

Толщина слоя укладки в рыхлом теле должна быть больше толщины слоя в плотном теле с учётом коэффициента запаса на уплотнение, который принимают: для горячих асфальтобетонных смесей 1,25- 1,30; для холодных асфальтобетонных смесей 1,5-1,6; для влажных органоминеральных смесей 1,7-1,8, для щебёночных и гравийных материалов, обработанных вяжущим, 1,3-1,4.

При укладке ремонтного материала механизированным способом смесь подается из бункера-термоса через поворотный лоток или гибкий рукав большого диаметра непосредственно в выбоину и равномерно разравнивается по всей площади. Укладка асфальтобетонных смесей при заделке карт площадью 10-20 м^2 может производиться асфальтоукладчиком. При этом смесь укладывается на всю ширину карты за один проход, чтобы избежать дополнительного продольного шва сопряжения полос укладки. Уплотнение асфальтобетонной смеси, уложенной в нижний слой покрытия, производят пневмотрамбовками, электротрамбовками или ручными виброкатками по направлению от краев к середине.

Асфальтобетонную смесь, уложенную в верхний слой, а также смесь, уложенную в один слой при глубине выбоины до 50 мм уплотняют самоходным вибрационным катком (вначале два прохода по следу без вибрации, а затем два прохода по следу с вибрацией) или статическими гладковольцовыми катками легкого типа массой 6-8 т до 6 проходов по одному следу, а затем тяжёлыми катками с гладкими вальцами массой 10-18 т до 15-18 проходов по одному следу.

Коэффициент уплотнения должен иметь значение не ниже 0,98 для песчаных и малощебенистых асфальтобетонных смесей и 0,99 для средне- и многощебенистых смесей.

Уплотнение горячих асфальтобетонных смесей начинают при максимально возможной температуре, при которой не образуются деформации в процессе укатки. Уплотнение должно обеспечить не только требуемую плотность, но и ровность ремонтного слоя, а также расположение в одном уровне отремонтированного покрытия со старым. Для лучшего сопряжения нового покрытия со старым и формирования единого монолитного слоя при укладке горячих смесей стык по всему контуру вырубки прогревают при помощи линейки горелок или электроразогревателя. Выступающие над поверхностью покрытия стыки заделок выбоин устраняют фрезерующими или шлифовальными машинами.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Заключительные работы - это уборка оставшихся отходов от ремонта с погрузкой их в самосвалы и снятие ограждений и дорожных знаков, восстановление линий разметки в зоне выполнения ямочного ремонта.

Качество ремонта и срок службы отремонтированного покрытия зависят прежде всего от соблюдения требований к качеству выполнения всех технологических операций (рис. 13.11).

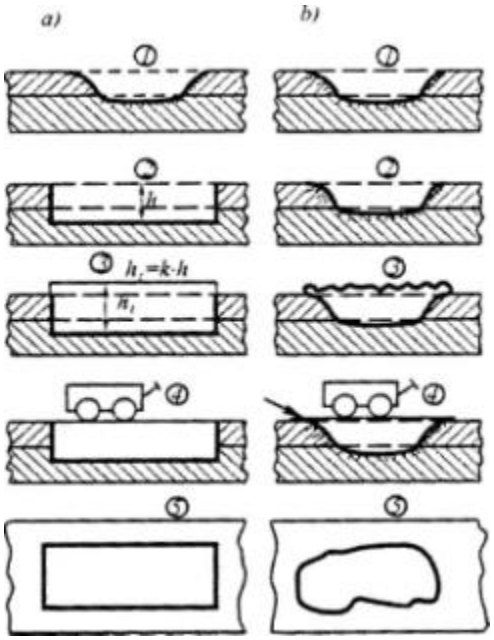


Рис. 13.11. Последовательность основных операций ямочного ремонта:
a - правильно; b - неправильно;
1 - выбоина до ремонта; 2 - вырубка или вырезание, очистка и обработка вяжущим (подгрунтовка); 3 - заполнение ремонтным материалом; 4 - уплотнение; 5 - вид отремонтированной выбоины

Наиболее важными являются следующие требования:

ремонт должен выполняться при температуре воздуха не ниже допустимой для данного ремонтного материала на сухом и чистом покрытии;

при вырубке старого покрытия должен быть удалён ослабленный материал из всех зон выбоины, где имеются трещины, обломы и выкрашивания; карта ремонта должна быть очищена и просушена;

формы карты ремонта должны быть правильными, стенки отвесными, а дно ровным; вся поверхность выбоины должна быть обработана вяжущим;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ремонтный материал должен быть уложен при оптимальной температуре для данного вида смеси; толщина слоя должна быть больше глубины выбоины с учётом запаса на коэффициент уплотнения;

ремонтный материал должен быть тщательно выровнен и уплотнён вровень с поверхностью покрытия;

не допускается образование слоя нового материала на старом покрытии у кромки карты для избежания толчков при наезде автомобиля и быстрого разрушения отремонтированного участка.

Результатом правильно выполненного ремонта является высота уложенного слоя после уплотнения, точно равная глубине выбоины без неровностей; правильные геометрические формы и незаметные швы, оптимальное уплотнение уложенного материала и его хорошее соединение с материалом старого покрытия, большой срок службы отремонтированного покрытия. Результатом неправильно выполненного ремонта могут являться неровности уплотнённого материла, когда его поверхность выше или ниже поверхности покрытия, произвольные формы карты в плане, недостаточное уплотнение и плохое соединение ремонтного материала с материалом старого покрытия, наличие выступов и наплывов на кромках карты и т.д. Под действием транспорта и климатических факторов участки такого ремонта быстро разрушаются.

Ямочный ремонт покрытий из чёрного щебня или гравия. При ремонте таких покрытий могут быть использованы более простые материалы и методы ремонта, позволяющие снизить затраты на содержание дорог с чёрнощебёночными и чёрногравийными покрытиями. Чаще всего эти методы основаны на применении в качестве ремонтного материала холодных битумоминеральных смесей или материалов, обработанных битумной эмульсией [44]. Одним из таких материалов является смесь органического вяжущего (жидкого битума или эмульсии) с влажным минеральным материалом (щебнем, песком или гравийно-песчаной смесью), укладываемая в холодном состоянии. В качестве активатора при применении жидкого битума или гудрона используется цемент или известь.

Так, например, для ремонта выбоин глубиной до 5 см применяют ремонтную смесь в составе: щебень 5-20 мм - 25 %; песок - 68 %; минеральный порошок - 5 %; цемент (известь) - 2 %; жидкий битум

$\left(c_{60}^{5} = 40\ \text{с}\right)$ - сверх массы 5 %; вода - около 4 %.

Смесь готовят в мешалках принудительного действия в такой последовательности:

в мешалку загружают минеральные материалы при естественной влажности (щебень, песок, минеральный порошок, активатор), перемешивают;

добавляют расчётное количество воды и перемешивают;

вводят органическое вяжущее, нагретое до температуры 60°С, и окончательно перемешивают.

Количество вводимой воды корректируют в зависимости от собственной влажности минеральных материалов.

При изготовлении смеси минеральные материалы не подогревают и не просушивают, что существенно упрощает технологию приготовления и снижает стоимость материала. Смесь можно заготавливать впрок.

Перед укладкой смеси дно и стенки выбоины не подгрунтовывают битумом или эмульсией, а смачивают или промывают водой. Уложенную смесь уплотняют и открывают движение. Окончательное формирование слоя происходит под движением транспорта.

Ямочный ремонт с применением влажных битумоминеральных смесей можно производить при положительной температуре не выше +30°С и при отрицательной температуре не ниже -10°С в сухую и сырую погоду.

Ямочный ремонт чёрнощебенистых покрытий методом пропитки. В качестве ремонтного материала применяют щебень, предварительно обработанный в мешалке горячим вязким битумом в количестве 1,5-2 % от массы щебня.

После разметки контура выбоины обрубают её края, вскирковывают старые покрытия и удаляют разрыхлённый материал, обрабатывают дно и стенки выбоины горячим битумом с расходом 0,6 л/м^2. Затем укладывают чёрный щебень фракции 15-30 мм и уплотняют ручной трамбовкой или виброкатком; разливают битум с расходом 4 л/м^2; укладывают второй слой чёрного щебня фракций 10-20 мм и уплотняют его; обрабатывают щебень битумом с расходом 2 л/м^2; рассыпают каменный отсев фракций 0-10 мм и уплотняют пневматическим вибрационным катком. По такой же технологии можно производить ремонт методом пропитки и с применением щебня, не обработанного битумом. При этом увеличивается расход битума: при первом разливе - 5 л/м^2, при втором - 3 л/м^2. Распределённый битум пропитывает слои щебня на всю глубину, в результате чего формируется единый монолитный слой. В этом суть метода пропитки. Для пропитки применяют вязкие битумы 130/200 и 200/300 при температуре 140-160°С.

Упрощённый способ ямочного ремонта с пропиткой щебня битумной эмульсией или жидким битумом широко применяется во Франции для заделывания

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

небольших выбоин на дорогах с низкой и средней интенсивностью движения [14]. Такие выбоины носят название «куриное гнездо».

Технология ремонта состоит из следующих операций:

вначале выбоины или ямы засыпают вручную щебнем крупного размера - 10-14 или 14-25 мм;

затем по мере заполнения рассыпают мелкий щебень фракций 4-6 или 6-10 мм до полного восстановления профиля дороги;

разливают вяжущее: битумную эмульсию или битум в соотношении 1:10, т.е. одна часть вяжущего на десять частей щебня по массе;

вручную при помощи виброплиты производят уплотнение.

Вяжущее проникает в слой щебня до основания, в результате чего образуется монолитный слой. Окончательное формирование происходит под действием движущихся автомобилей.

Кроме прямой пропитки для ямочного ремонта применяют метод обратной пропитки. В этом случае на дно подготовленной карты разливают битум с вязкостью 90/130 или 130/200, разогретый до температуры 180-200°С. Толщина слоя битума должна быть равна 1/5 глубины выбоины. Сразу после разлива горячего битума засыпают минеральный материал: щебень фракций 5-15; 10-15; 15-20 мм, рядовой щебень или гравийно-песчаную смесь с размером частиц до 20 мм. Минеральный материал разравнивают и уплотняют трамбовкой.

При взаимодействии минерального материала, имеющего естественную влажность, с горячим битумом происходит пенообразование и материал пропитывается битумом снизу вверх. Если пена не поднялась до поверхности материала, производят повторный разлив вяжущего из расчёта 0,5 л/м^2, засыпают тонким слоем щебня и уплотняют.

При глубине выбоины до 6 см все ее заполнения выполняют в один слой. При большей глубине - заполнение производят слоями толщиной 5-6 см. Работы по ямочному ремонту этим способом можно выполнять и при отрицательной температуре воздуха. Однако срок службы отремонтированных участков в этом случае сокращается до 1-2 лет.

Ямочный ремонт с применением щебня, обработанного битумной эмульсией, имеет ряд достоинств: нет необходимости разогревать вяжущее для приготовления смеси; можно укладывать при положительной температуре окружающего воздуха, т.е. с начала весны и до конца осени; быстрый распад катионной эмульсии, что

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

способствует формированию ремонтного слоя; нет обрубки кромок, удаления материала и подгрунтовки.

Для выполнения работ применяют автомобиль-ремонтер, который включает в себя: базовый автомобиль с теплоизолированной цистерной для эмульсии емкостью от 1000 до 1500 л; распределительное устройство для эмульсии (компрессор, шланг, форсунка); бункеры щебня фракций от 2-4 до 14-20. Применяемая катионная эмульсия должна быть с быстрым распадом, содержать 65 % битума и находиться в теплом состоянии при температуре от 30°С до 60°С. Обрабатываемая поверхность должна быть чистой и сухой.

Технология ремонта глубоких ям более 50 мм типа «куриное гнездо» (французская терминология) состоит из следующих операций [14]: укладка слоя щебня фракции 14-20; распределение вяжущего на слой щебня 14-20; укладка 2-го слоя щебня 10-14; распыление вяжущего на слой щебня 10-14; укладка 3-го слоя щебня 6-10; распыление вяжущего на слой щебня 6-10; укладка 4-го слоя щебня 4-6; распыление вяжущего на слой щебня 4-6; укладка 5-го слоя щебня 2-4 и уплотнение.

Важно обеспечить правильное дозирование вяжущего при распылении эмульсии по щебню. Щебень должен быть только покрыт плёнкой вяжущего, но не утоплен в нём. Общий расход вяжущего не должен превышать соотношение вяжущее:щебень = 1:10 по массе. Количество слоев и размер фракций щебня зависит от глубины выбоины. При ремонте мелких выбоин глубиной до 10-15 мм ремонт выполняется в следующем порядке: укладка слоя щебня 4-6; распыление вяжущего на щебень 4-6; распределение щебня 2-4 и уплотнение.

Эти методы применимы при ремонте чёрнощебёночных и чёрногравийных покрытий на дорогах с низкой интенсивностью движения. Недостатки применения таких методов состоят в том, что наличие слоя переменной толщины может стать причиной разрушения краев заплаты, а внешний вид заплаты повторяет очертания выбоины.

Ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий с применением асфальтонагревателя. Технология работы значительно упрощается в случае выполнения ямочного ремонта с предварительным разогревом асфальтобетонного покрытия по всей площади карты. Для этих целей может быть использована специальная самоходная машина - асфальторазогреватель, который позволяет разогревать асфальтобетонное покрытие до 100-200°С. Эту же машину применяют для просушивания в сырую погоду ремонтируемых участков.

Режим разогрева состоит из двух периодов: разогрев поверхности покрытия до температуры 180°С и дальнейший более плавный нагрев покрытия по всей ширине до температуры около 80°С в нижней части разогреваемого слоя при неизменной

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

температуре на поверхности покрытия. Режим разогрева регулируется изменением расхода газа и высоты горелок над покрытием от 10 до 20 см.

После разогрева асфальтобетонное покрытие разрыхляется граблями на всю глубину выбоины, к нему добавляют новую горячую асфальтобетонную смесь из бункера-термоса, перемешивают со старой смесью, распределяют по всей ширине карты слоем больше глубины в 1,2-1,3 раза с учётом коэффициента уплотнения и уплотняют от краёв к середине ремонтируемого места ручным виброкатком или самоходным катком. Места сопряжения старого и нового покрытий разогревают с помощью линейки горелок, входящих в состав асфальторазогревателя. Линейка горелок - это передвижная металлическая рама с укреплёнными на ней горелками инфракрасного излучения, которые снабжаются газом из баллонов по гибкому шлангу. Во время проведения ремонтных работ температура покрытия должна быть в пределах 130- 150°С, а к концу работ по уплотнению - не ниже 100-140°С.

Применение асфальтонагревателя значительно упрощает технологию ямочного ремонта и повышает качество работ.

Применение асфальторазогревателей, работающих на газе, требует особого внимания и соблюдения правил техники безопасности. Не допускается работа газовых горелок при скорости ветра более 6-8 м/с, когда порывом ветра может быть погашено пламя на части горелок, а газ из них будет поступать, сконцентрируется в большом количестве и может взорваться.

Значительно безопаснее асфальторазогреватели, работающие на жидком топливе или с электрическими источниками инфракрасного излучения.

Ремонт асфальтобетонных покрытий с применением специальных машин для ямочного ремонта или дорожных ремонтеров. Наиболее эффективным и качественным видом ямочного ремонта является ремонт, выполняемый с применением специальных машин, которые называют дорожными ремонтёрами. Дорожные ремонтёры применяются как средство комплексной механизации дорожно-ремонтных работ, поскольку с их помощью производится не только ямочный ремонт дорожных покрытий, но также заделка трещин и заливка швов.

Технологическая схема ямочного ремонта с использованием дорожного ремонтёра включает в себя обычные операции. Если ремонтёр оснащён разогревателем, технология ремонта значительно облегчается.

Упрощённые способы ямочного ремонта (инъекционные методы). В последние годы все более широкое распространение получают упрощенные способы ямочного ремонта с использованием специальных машин типа «Savalco» (Швеция), «Раско», «Дьюра Петчер», «Блоу Петчер» и др. В России аналогичные машины выпускают в виде специального прицепного оборудования - пломбировщика марки БЦМ-24 и УДН-1. Ремонт выбоин инъекционным методом

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

выполняют с применением катионной эмульсии. Очистку выбоины под ремонт осуществляют струёй сжатого воздуха или методом всасывания; подгрунтовку - подогретой до 60-75°С эмульсией; заполнение - чернёным в процессе инъекцирования щебнем. При этом методе ремонта обрубку кромок можно не производить.

В качестве ремонтного материала используют щебень фракции 5-8 (10) мм и эмульсию типа ЭБК-2. Применяют концентрированную эмульсию (60-70 %) на битумах БНД 90/130 или 60/90 с ориентировочным расходом 10-11 % от массы щебня. Поверхность отремонтированного участка присыпают белым щебнем слоем в одну щебёнку. Движение открывают через 10-15 мин. Работы выполняют при температуре воздуха не ниже +5°С как на сухом, так и влажном покрытии.

Ямочный ремонт инъекционным методом выполняют в следующем порядке (рис. 13.12):

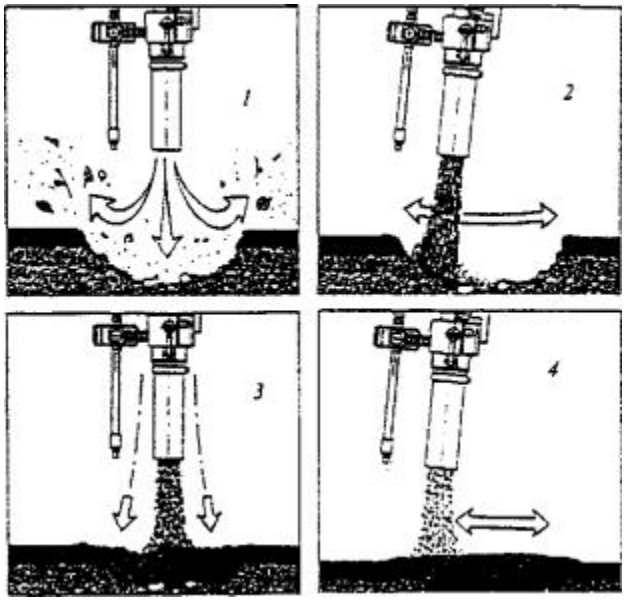


Рис. 13.12. Ямочный ремонт по упрощённой технологии:
1 - очистка выбоин продувкой сжатым воздухом; 2 - подгрунтовка битумной эмульсией; 3 - заполнение щебнем, обработанным эмульсией; 4 - нанесение тонкого слоя необработанного щебня

первый этап - место ямы или заплаты очищают струей воздуха под давлением, чтобы удалить кусочки асфальтобетона, воду и мусор;

второй этап - подгрунтовка битумной эмульсией дна, стенок выбоины и поверхности прилегающего к ней асфальтобетонного покрытия. Поток эмульсии регулируют контрольным клапаном на основном сопле. Эмульсия поступает в

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

воздушный поток из разбрызгивающего кольца. Температура эмульсии должна быть около 50°С;

третий этап - заполнение выбоины ремонтным материалом. Щебень вводится в поток воздуха при помощи винтового транспортёра, затем попадает в главный мундштук, где покрывается эмульсией из разбрызгивающего кольца, а из него обработанный материал с высокой скоростью выбрасывается в выбоину, распределяется тонкими слоями. Уплотнение происходит за счёт сил, возникающих в результате высоких скоростей выбрасываемого материала. Управление подвесным гибким рукавом осуществляется дистанционно оператором;

четвёртый этап - нанесение защитного слоя из сухого необработанного щебня на участок заплаты. При этом клапан на основном сопле, управляющем потоком эмульсии, выключен.

Следует отметить, что исключение предварительной обрубки краёв выбоины приводит к тому, что в прикромочной зоне выбоины остаётся старый асфальтобетон с нарушенной структурой, имеющий, как правило, пониженное сцепление с нижележащим слоем. Срок службы такой заплаты будет меньше, чем при традиционной технологии. Кроме того, заплаты имеют неправильные формы, что ухудшает внешний вид покрытия.

Ямочный ремонт с применением литых асфальтобетонных смесей. Отличительной особенностью литых асфальтобетонных смесей является то, что их укладывают в текучем состоянии, вследствие чего они легко заполняют выбоины и не требуют уплотнения. Мелкозернистый или песчаный литой асфальт можно применять для ремонта при пониженной температуре воздуха (до -10°С). Чаще всего для ремонтных работ применяют песчаную литую асфальтобетонную смесь, состоящую из природного или искусственного кварцевого песка в количестве 85 % по массе, минерального порошка - 15 % и битума - 10-12 %. Для приготовления литого асфальта применяют вязкий тугоплавкий битум с пенетрацией 40/60. Смесь приготовляется в смесительных установках с мешалками принудительного действия при температуре перемешивания 220-240°С. Транспортировка смеси к месту укладки осуществляется в специальных передвижных котлах типа «Кохер» или в бункерах-термосах.

Доставленная смесь при температуре 200-220°С выливается в подготовленную выбоину и легко разравнивается с помощью деревянных гладилок. Легкоподвижная смесь заполняет все неровности, благодаря высокой температуре разогревает дно и стенки выбоины, в результате чего достигается прочное соединение ремонтного материала со стороны покрытия.

Поскольку мелкозернистая или песчаная литая смесь создает поверхность покрытия с повышенной скользкостью, необходимо применять меры для

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

повышения его сцепных качеств. В этих целях немедленно после распределения смеси по ней рассыпают чёрный щебень 3-5 или 5-8 с расходом 5-8 кг/м^2 так, чтобы щебень был равномерно распределен слоем в одну щебенку. После остывания смеси до 80-100°С прикатывают щебень ручным катком массой 30-50 кг. Когда смесь остынет до температуры окружающего воздуха, лишний щебень, который не втопился в смесь, сметают и открывают движение.

Укладка литых асфальтобетонных смесей при ямочном ремонте может производиться вручную или специальным асфальтоукладчиком с системой обогрева. Достоинство этой технологии состоит в том, что исключаются операции по подгрунтовке ремонтной карты и уплотнению смеси, а также в высокой прочности ремонтного слоя и надёжности швов сопряжения нового и старого материалов. Недостатки состоят в необходимости применения специальных смесителей, передвижных катков с подогревом и смесителей или термосов-бункеров, вязких тугоплавких битумов, а также повышенных требований к технике безопасности и охране труда при работе со смесью, имеющей очень высокую температуру.

Кроме того, литой асфальт в процессе эксплуатации имеет значительно большую прочность и меньшую деформативность по сравнению с обычным асфальтобетоном. Поэтому в случае, когда литым асфальтом ремонтируется покрытие из обычного асфальтобетона, через несколько лет это покрытие начинает разрушаться вокруг заплаты из литого асфальта, что объясняется разницей в физико-механических свойствах старого и нового материала. Литой асфальт чаше всего применяют при ямочном ремонте городских дорог и улиц.

Одним из путей упрощения технологии работ и увеличения строительного сезона является применение в качестве ремонтного материала холодных асфальтобетонных смесей на полимербитумном вяжущем (ПБВ). Эти смеси приготавливают с использованием комплексного вяжущего, которое состоит из битума вязкостью 60/90 в количестве около 80 % по массе вяжущего, полимерной модифицирующей добавки в количестве 5-6 % и растворителя, например дизельного топлива, в количестве 15 % по массе вяжущего. Вяжущее готовится путём перемешивания составляющих при температуре 100-110°С.

Асфальтобетонная смесь на ПБВ готовится в смесителях с принудительным перемешиванием при температуре 50-60°С. Смесь состоит из мелкого щебня фракций 3-10 в количестве 85 % по массе минерального материала, отсева 0-3 в количестве 15 % и вяжущего в количестве 3-4 % от общей массы минерального материала. Затем смесь складируется в открытый штабель, где она может храниться до 2 лет или загружается в мешки или бочки, в которых она может храниться несколько лет, сохраняя свои технологические свойства, в том числе подвижность, пластичность, отсутствие слёживаемости и высокие адгезионные характеристики.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Технология ремонта с применением этой смеси чрезвычайно проста: смесь из кузова автомобиля или из бункера дорожного ремонтера вручную или при помощи рукава подаётся в выбоину и разравнивается, после чего открывается движение транспорта, под действием которого происходит формирование дорожного слоя. Весь процесс ремонта выбоины занимает 2-4 минуты, поскольку исключаются операции по разметке карты, вырубке и очистке выбоины, а также уплотнению катками или виброкатками. Адгезионные свойства смеси сохраняются и при укладке её в выбоины, заполненные водой. Работы по ремонту могут выполняться при отрицательной температуре воздуха, предел которой требует уточнения. Все это делает указанный метод ямочного ремонта весьма привлекательным для практических целей.

Однако он обладает и рядом существенных недостатков. Прежде всего есть вероятность быстрого разрушения отремонтированной выбоины вследствие того, что не удаляются её ослабленные края. При выполнении работ в сырую погоду или при наличии воды в выбоине часть влаги может попасть в микротрещины и поры старого покрытия и при понижении температуры покрытия ниже 0 замерзнуть. При этом может быть инициирован процесс разрушения зоны сопряжения нового и старого материалов. Вторым недостатком этого метода ремонта является сохранение после ремонта неправильной внешней формы выбоины, что ухудшает эстетическое восприятие дороги.

Наличие большого количества способов ямочного ремонта даёт возможность выбора оптимального из них исходя из конкретных условий с учётом состояния дороги, количества и размеров дефектов покрытия, наличия материалов и оборудования, сроков выполнения ремонта и других обстоятельств.

В любом случае необходимо стремиться к ликвидации ямочности на ранней стадии её развития. После ямочного ремонта во многих случаях целесообразно устроить поверхностную обработку или уложить защитный слой, которые придадут однообразный внешний вид покрытию и предотвратят его разрушения.

13.5. Обеспыливание дорог

Усовершенствованные покрытия очищают механическими щётками, поливомоечными или подметально-уборочными машинами в сочетании с мойкой. При большом скоплении грязи на покрытии (около переездов, съездов и т.д.) прибегают к комбинированной очистке, т.е. механической щёткой и поливомоечной машиной.

Обеспыливание покрытий переходного и низшего типов, устроенных без применения органических вяжущих, осуществляют путём обработки их поверхности обеспыливающими материалами. Виды обеспыливающих материалов, ориентировочные нормы их расхода на 1 $м^2$ и продолжительность действия даны в табл. 13.4. Повторную обработку производят при появлении первых признаков

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

образования пыли. Нормы расхода обеспыливающих материалов при этом уменьшают в 2 раза по сравнению с нормами для первой обработки.

Число обработок за сезон определяют с учётом продолжительности тёплого периода, в течение которого наблюдается образование пыли, числа дождливых дней и срока действия обеспыливающих материалов.

Готовые растворы и рассолы хранят в цистернах вместимостью 20-100 $м^3$ или в бетонных закрытых хранилищах. Органические обеспыливающие вяжущие, поставляемые в цистернах, хранят в закрытых хранилищах, оборудованных системой подогрева.

Для распределения обеспыливающих материалов наряду с дорожными машинами (КДМ-130, ПМ-8, ДС-39, ПР-130, УР-53 и др.) используют сельскохозяйственные распределители жидких и твёрдых минеральных удобрений (РЖТ, РУМ-3, КСА-3 и т.д.).

Гравийные покрытия обеспыливают двумя способами: пропиткой или смешиванием на дороге минерального материала покрытия с обеспыливающим материалом.

При пропитке раствором его разливают на покрытие, материал которого имеет влажность, равную или меньшую оптимальной. При норме более 1,5 $л/м^2$ разливают за два-три приёма. Каждый последующий разлив производят после того, как раствор предыдущего полностью впитался в покрытие. Органические обеспыливающие материалы разливают при температуре, обеспечивающей нормальное впитывание.

Твёрдые гигроскопические соли распределяют в такой последовательности: разливают воду 0,5-2 $л/м^2$ (при сухом покрытии), а затем распределяют по проезжей части твёрдые соли по норме, приведенной в табл. 13.4.

Таблица 13.4

Материал	Единица измерения	Норма расхода материала на 1 $м^2$ покрытия			Срок действия, сут
		гравийного	щебёночного	грунтового	
Гигроскопические					

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Кальций хлористый технический:					
кальцинированный	кг	0,6-0,7 0,8-0,9	0,4-0,5 0,6-0,7	0,7-0,8 0,9-1,0	20-40
плавленый	кг	0,8-0,9 1,0-1,1	0,6-0,8 0,7-1,0	0,9-1,0 1,1-1,2	20-40
жидкий	л	1,3-1,7 2,0-2,2	1,0-1,5 1,5-2,0	1,7-2,0 2,2-2,4	15-25
Кальций хлористый ингибированный фосфатами (ХКФ)	кг	0,7-0,8 0,9-1,0	0,5-0,6 0,7-0,8	0,8-0,9 1,0-1,1	25-40
Техническая поваренная соль (в виде раствора 30 %-ной концентрации)	л	1,5-2,2 2,4-3,0	1,2-2,0 2,0-2,6	1,8-2,8 3,4-4,0	15-20
Техническая соль сильвинитовых отвалов:					
твердая	кг	0,8-1,2 1,4-1,8	0,6-1,0 1,2-1,6	1,0-1,4 1,6-2,0	15-25
жидкая	л	1,6-2,5 2,7-3,3	1,4-2,2 2,4-3,0	2,0-3,0 3,6-4,2	15-20
Вода морская лиманная или соленых озер	л	1,0-1,5	0,8-1,3	1,5-2,0	3-5

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

		1,5-2,0	1,3-1,8	2,0-2,5	
Вода техническая	л	1,0-2,0	0,5-1,5	1,5-2,5	0,04-0,12 (1-3ч)
Органические					
Лигносульфонаты технические (марка В 50 %-ной концентрации)	л	1,6-2,0 1,2-1,6	1,4-1,8 1,0-1,4	1,8-2,2 1,6-2,0	20-30
Лигнодор	л	1,6-2,0 1,2-1,6	1,4-1,8 1,0-1,4	1,8-2,2 1,6-2,0	40-50
Сульфитный щелок (10 %-ной концентрации)	л	4,0-6,0 3,0-5,0	3,5-5,0 2,5-4,0	4,5-6,5 3,5-5,5	15-20
Жидкие битумы и дегти	л	0,8-1,0	0,7-1,0	1,0-1,2	30-90
Битумные эмульсии	л	1,2-1,5	1,0-1,3	1,5-2,0	30-90
Сырые нефти	л	0,8-1,0	0,7-1,0	1,0-1,2	30-90

П р и м е ч а н и я: 1. Органические вяжущие (дегти, сырые нефти и др.) применяют вязкостью по стандартному вискозиметру не более 25 с. 2. В числителе - для I-III, в знаменателе IV и V дорожно-климатических зон. 3. Меньшие нормы расхода относятся к интенсивности движения до 300 авт./сут, большие - 300 авт./сут и выше. 4. Продолжительность обеспыливающего действия дана после первой обработки покрытия.

При смешении на дороге при обработке гравийных и им подобных покрытий заранее вывезенный материал для верхнего слоя покрытия разравнивают автогрейдером. Разливают раствор или распределяют твёрдый обеспыливающий материал в количестве 80 % от нормы и тщательно перемешивают. Разравнивают и профилируют материал покрытия, при необходимости добавляя воду, доводя смесь

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

до оптимальной или близкой к ней влажности. Уплотнение производят самоходными пневмокатками за 8-10 проходов по каждому следу. По готовому покрытию разливают обеспыливающий раствор или распределяют материал в твёрдом виде в количестве 20 % от нормы. В течение 5-7 дней после проведения работ по обеспыливанию регулируют движение транспортных средств, чтобы получить равномерно накатанную поверхность и обеспечить лучшее формирование покрытия. Скорость движения автомобилей в этот период ограничивают до 40 км/ч.

13.6. Элементы обустройства дорог, средства организации и обеспечения безопасности движения, их содержание и ремонт

Общие положения. К элементам обустройства автомобильных дорог, которые обеспечивают удобство их эксплуатации, относят: объекты дорожного сервиса (гостиницы, мотели, предприятия и пункты питания, площадки отдыха, площадки-стоянки для кратковременной остановки автомобилей, автозаправочные станции, станции и пункты технического обслуживания автомобилей, терминалы, автовокзалы, пункты весового контроля), а также автобусные остановки, метеопосты, пешеходные переходы, шумозащитные сооружения, архитектурно-художественное оформление и озеленение дороги, устройства электроосвещения, средства технологической и сигнально-вызывной связи и др. Ремонт и содержание этих элементов осуществляют организации, на балансе которых они находятся. Дорожные организации, как правило, осуществляют ремонт и содержание автобусных остановок, площадок отдыха, площадок для остановки и стоянки автомобилей, пешеходных переходов, тротуаров, пешеходных дорожек, элементов архитектурно-художественного оформления дороги, средства технологической и сигнально-вызывной связи. В отдельных случаях они ремонтируют и содержат находящиеся у них на балансе линии электроосвещения, пункты весового контроля, водомерные посты, метеопункты и системы мониторинга погодных условий и условий движения.

К средствам организации и обеспечения безопасности движения, которые, как правило, ремонтируют и содержат дорожные организации, относят дорожные знаки, разметку, ограждения и направляющие устройства (сигнальные столбики, тумбы, маячки безопасности). В отдельных случаях дорожники ремонтируют и содержат находящиеся у них на балансе средства светофорной сигнализации, диспетчерского и автоматического управления движением.

Требования к элементам обустройства и средствам организации и обеспечения безопасности движения. В процессе эксплуатации автомобильной дороги происходит снижение эксплуатационных качеств элементов обустройства и технических средств организации дорожного движения, а часть из них утрачивается. Для определения объёмов работ для их ремонта и содержания проводят определение их наличия на дороге и состояния, которые должны отвечать

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

нормативным требованиям. Обычно такую работу проводят в процессе диагностики автомобильной дороги с использованием ходовых лабораторий, как визуально, так и с использованием приборов. В отдельных случаях проводят сбор информации об объектах сервиса, находящихся на некотором удалении от дороги, если информация о них находится на дорожных знаках, установленных на дороге. При этом данные о расположении и занимаемой площади сооружений определяют путем непосредственных измерений, а об их мощности (вместимости) - поданным их администрации.

Со временем установленные на дороге знаки частично теряют свои световозвращающие свойства, загрязняются, получают повреждения, которые могут исказить имеющиеся на знаке символы. Разметка независимо от вида и качества применяемого материала изнашивается под воздействием на нее колес проходящих автомобилей, рабочих органов дорожной техники, применяемой для очистки дорог от снега и грязи. При этом уменьшается толщина слоя разметки, а по истечении некоторого времени на материале разметки, находящемся на выступах щебенок, появляются протертые колесами автомобилей участки, площадь которых со временем увеличивается. Кроме того, материал разметки может загрязняться под воздействием колёс автомобилей и менять свой цвет под действием солнечной радиации. При плохой адгезии материала разметки к покрытию может наблюдаться его отслоение, а в жаркую погоду в местах торможения автомобилей может наблюдаться искажение формы линий разметки ввиду сдвига верхнего слоя покрытия.

Дорожные ограждения под действием атмосферы и хлоридов, используемых для борьбы с зимней скользкостью, ржавеют, а при наезде на них транспортных средств могут упасть или деформироваться.

Все это приводит к тому, что элементы обустройства дороги при значительном снижении их эксплуатационных свойств могут перестать выполнять свои функции и тем самым ухудшать условия безопасности движения по дороге. В связи с этим для элементов обустройства дороги установлены нормативы допустимого снижения их эксплуатационных свойств, за пределами которых элементы обустройства не отвечают требованиям безопасности дорожного движения. Эти требования содержатся в стандартах на эти элементы и правилах их применения.

Дорожные знаки. Дороги и улицы должны быть оборудованы дорожными знаками, изготовленными по ГОСТ 10807-78 [19] и размещёнными по ГОСТ 23457-86 [24] в соответствии с утверждённым в установленном порядке проектом организации дорожного движения. Поверхность дорожных знаков должна быть чистой, без повреждений, затрудняющих их распознавание. Для дорожных знаков со световозвращающей поверхностью в процессе их эксплуатации значение коэффициента световозвращения (удельного коэффициента силы света, кд/лк$^{-1}$м^{2}) должно быть не менее значений, представленных в табл. 13.5.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Таблица 13.5

Цвет поля изображения знака	Тип пленки	Угол наблюдения (a = 20')				
		Угол освещения b_V,. град.				
		5 град.	10 град.	20 град.	30 град.	40 град.
Белый, серебристый	А	40	24	20	16	9
	Б	136	80	68	52	32
	В	240	168	120	88	56
Красный	А	6	3,6	3,2	2,4	1,6
	Б	19	11	9,6	8	4,8
	В	48	28	24	19	12
Оранжевый	А	12	7	5,6	4,8	2,4
	Б	48	28	24	19	12
	В	128	76	64	51	24
Жёлтый	А	20	12	9,6	8	4,8
	Б	60	36	28	24	14

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	В	144	88	72	56	32
Зелёный	А	4	2,4	2	1,6	1,2
	Б	10	8	6,4	5,6	4
	В	24	19	16	12	6
Синий	А	2	1,6	1,2	0,8	-
	Б	7	5,6	4,8	4	2,4
	В	12	8,8	7,2	5,6	3.2

Средняя яркость (кд/м^2) элементов изображения дорожных знаков с внутренним освещением должна быть не менее: 200 кд/м^2 - для белого, 25 кд/м^2 - для красного, 50 кд/м^2 - для оранжевого, 120 кд/м^2 - для жёлтого, 35 кд/м^2 - для зелёного, 15 кд/м^2 - для синего цветов.

Замену или восстановление повреждённых дорожных знаков приоритета следует осуществлять в течение 1 суток после обнаружения повреждений, а всех остальных знаков - в течение 3 суток.

Временно установленные дорожные знаки должны быть сняты в течение суток после устранения причин, вызвавших необходимость их установки.

Дорожная разметка. Дорожное покрытие дорог и улиц, устроенное с применением органических и неорганических вяжущих материалов, должно иметь разметку, выполненную по ГОСТ Р 51256-99 [20], ГОСТ 23457-86 и утверждёнными проектами организации дорожного движения.

Дорожная разметка в процессе эксплуатации должна быть хорошо различима в любое время суток (при условии отсутствия снега на покрытии).

В процессе эксплуатации дороги значения коэффициента яркости дорожной разметки и значения коэффициента световозвращения (удельного коэффициента силы света) дорожной разметки, выполненной из световозвращающих материалов, должны составлять не менее 20 % от соответствующих значений, приведённых в

ГОСТ Р 51256-99. Значение коэффициента сцепления разметки должно быть не ниже 0,25.

Дорожные светофоры. Светофоры должны соответствовать требованиям ГОСТ 25695-91 [23], а их размещение и режим работы - требованиям ГОСТ 23457-86. На отдельных деталях светофоров либо элементах их крепления не должно быть видимых повреждений и разрушений.

На рассеивателях не должно быть трещин и сколов. Символы, нанесённые на рассеиватели, должны распознаваться с расстояния не менее 50 м.

На отражателях и светодиодных блоках не должно быть дефектов, вызывающих появление зон пониженной яркости.

В процессе эксплуатации светофора допускается снижение силы света в осевом направлении не более чем на 30 % от значений, установленных в ГОСТ 25695-91.

Замену вышедшего из строя источника света следует осуществлять не позднее двух часов с момента обнаружения. Замену поврежденных электрических кабелей и электромонтажных схем в корпусе светофоров следует проводить в течение суток.

Дорожные ограждения. Ограждения участков автомобильных дорог и улиц, в том числе расположенные на мостах и путепроводах, должны соответствовать требованиям ГОСТ 26804 (ГОСТ 26804-86. Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия.), ГОСТ 23457-86, СНиП 2.05.02-85 [89].

Ограждения должны иметь вертикальную разметку в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51256-99 и ГОСТ Р 50971-96 [22].

Оцинкованные и обработанные полимерными материалами поверхности ограждений, а также ограждения из полимерных материалов не требуют окраски. Их оборудуют световозвращателями по ГОСТ Р 50971-96. Повреждённые элементы ограждений подлежат восстановлению или замене в течение 5 суток после обнаружения дефектов.

На железобетонных стойках и балках ограждений не допускается наличие сетки раскрытых трещин и сколов бетона с обнажением арматуры. Стойки и балки ограждений с такими дефектами должны быть восстановлены или заменены в течение 5 суток.

Состояние металлических ограждений должно соответствовать требованиям ГОСТ 26804-86. Повреждённые элементы ограждений должны быть восстановлены или заменены в течение 5 суток. Бордюрные ограждения подлежат замене, если их открытая поверхность разрушена более чем на 50 % площади. Не допускается отклонение бордюрного ограждения от его проектного положения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Сигнальные столбики и маяки. Сигнальные столбики и маяки должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 50970-96 [21].

Сигнальные столбики и маяки не должны иметь разрушений и деформаций, должны быть отчетливо видны в светлое время суток с расстояния не менее 100 м, должны иметь вертикальную разметку и световозвращатели в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50971-96. Повреждённые сигнальные столбики должны быть заменены в течение 5 суток после обнаружения повреждений.

Замену вышедшего из строя источника света или повреждённого элемента маяка следует осуществлять в течение суток с момента обнаружения неисправности.

Методы определения состояния технических средств организации движения. Определение состояния технических средств организации дорожного движения производят как визуально, так и с применением соответствующего оборудования и методик проведения испытаний. При визуальном осмотре определяют такие параметры, как соответствие конкретного вида средств стандарту, устанавливающего их типы и основные параметры, соответствие места установки средств проекту организации дорожного движения на данном участке дороги, наличие повреждений и дефектов, оговоренных в стандартах, устанавливающих допустимые величины повреждений и дефектов.

Инструментальными методами обычно измеряют параметры, значения которых жестко оговорены стандартами и даны величины допустимого их изменения в процессе эксплуатации.

Яркость знаков с внутренним освещением измеряют фотоэлектрическим яркомером с фотометрической головкой, корригированной под относительную спектральную световую эффективность дневного зрения (ГОСТ 8.332-78. ГСИ. Световые измерения. Значения относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения.), аттестованным и проверенным в установленном порядке. Яркость измеряют в геометрическом центре элемента изображения данного цвета в круге диаметром 20±1 мм. Выделение данного круга осуществляют либо внешними диафрагмами, либо, если позволяет конструкция яркомера, диафрагмой его фотоприёмника. За результат измерения принимают среднее арифметическое трёх измерений.

При выполнении измерений в знак устанавливают контрольный источник света, применяемого в знаке типа, на котором поддерживают электрический режим, обеспечивающий номинальный световой поток

В случае если в знаке используют несколько источников, то контрольные источники подбирают так, чтобы их электрические режимы, обеспечивающие нормальный световой поток, отличались между собой не более чем на 5 %.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Электрический источник питания должен обеспечивать стабильность напряжения не хуже ±0,5 %. Основная относительная погрешность контрольных электроизмерительных приборов не должна быть более 0,5 %.

Измерения выполняют в отсутствии посторонних засветок, влияющих на результат измерения.

Для определения равномерности распределения яркости по полю изображения одного цвета знаков с внутренним освещением визуально выбирают точки с максимальной и минимальной яркостью, измеряют их яркость и вычисляют отношение максимальной и минимальной яркости.

Измерение освещённости на поверхности знака с внешним освещением выполняют стандартным люксметром, аттестованным и проверенным в установленном порядке, с верхним пределом измерения не менее 500 лк и основной относительной погрешностью не более ±10 %.

Коэффициент световозвращения знаков со световозвращающей поверхностью измеряют по схеме, приведённой на рис. 13.13, при заданных в табл. 13.5 условиях наблюдения и освещения.

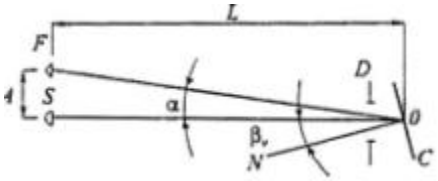


Рис. 13.13. Схема фотометрирования знаков со световозвращающей поверхностью: С - образец элемента изображения знака исследуемого цвета; S - осветитель прожекторного типа; F - фотометрическая головка; О - геометрический центр образца; SO - ось отсчёта; N - нормаль к поверхности образца; L - расстояние фотометрирования; D - диафрагма, фиксирующая освещаемую площадь образца; А - расстояние между центрами источника и фотометрической головки; a - угол наблюдения (a = arctgA/L); b_v - угол освещения в вертикальной плоскости (между нормалью к поверхности образца и осью отсчёта); a и b_v - задаются стандартом на дорожные знаки

Коэффициент световозвращения R определяют по формуле:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$R = \frac{I}{EA}, \text{кд} \cdot \text{лк}^{-1} \cdot \text{м}^{-2},$$ где
(13.1)

I - сила света, отражённого образцом, кд;

E - освещённость, создаваемая осветителем S в точке O, лк;

A - освещаемая площадь образца, определяемая размерами диафрагмы D, м^2.

Осветитель S должен соответствовать источнику прожекторного типа A [$T_{цв}$ = (2856±50) K], колебания освещённости в точке O не должны превышать ±1 %, неравномерность распределения освещённости по площади диафрагмы D - не более ±5 %, свет, излучаемый осветителем, должен быть неполяризованным.

Измерение координат цветности образцов элементов изображений знаков выполняют спектральным или колориметрическим методом относительно источника типа Д65 (ГОСТ 7721-89. Источники света для измерений цвета. Типы. Технические требования. Маркировка.) в геометрии освещения 45°/0 (угол освещения / угол отражения). Координаты цветности определяют в колориметрической системе МКО 1931 г.

Измерение коэффициента яркости b элементов изображений знаков выполняют фото- или колориметрическим методом относительно источника типа Д65 (ГОСТ 7721-89) в геометрии освещения 45°/0. При фотометрическом методе размер совершенного отражающего рассеивателя должен соответствовать размеру исследуемого образца.

Износ дорожной разметки определяют, как правило, визуальным методом или с использованием изображений контрольных образцов (шаблонов), имеющих различные заранее известные значения износа.

Измерение коэффициента световозвращения разметки для условий тёмного времени суток при освещении фарами автомобиля и сухом покрытии осуществляют по следующей методике.

Условия проведения измерения должны моделировать видимость разметки из автомобиля при ее освещении светом фар на расстоянии 30 м, при этом уровень расположения глаз водителя над дорожным покрытием должен быть равен 1,2 м. Высоту расположения фар автомобиля над уровнем покрытия принимают 0,65 м.

Коэффициент световозвращения разметки R_L рассчитывают по формуле:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$R_L = \frac{L}{E_\perp}, \text{ мкд} \cdot \text{лк}^{-1} \cdot \text{м}^{-2},$$ где

(13.2)

L - яркость измеряемой поверхности образца дорожной разметки в условиях освещения и наблюдения, показанных на рис. 13.14, мкд×м$^{-2}$;

E^ - освещённость измеряемой поверхности образца дорожной разметки в плоскости, перпендикулярной направлению падающего света, лк.

Фотоприёмник и источник света должны находиться в одной плоскости, перпендикулярной поверхности разметки.

Угол наблюдения a составляет 1,05°. Угол между направлением освещения и поверхностью дорожной разметки *e* составляет 1,24° (рис. 13.14).

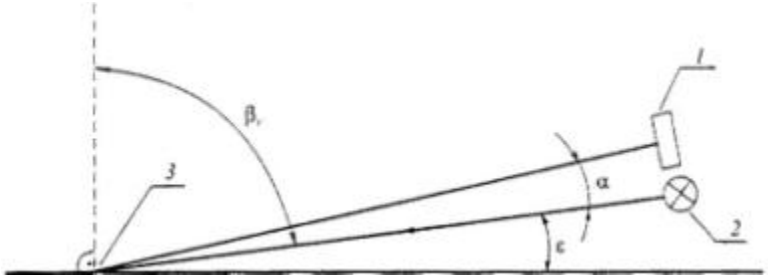


Рис. 13.14. Схема измерения коэффициента световозвращения дорожной разметки для условий темного времени суток при освещении фарами автомобиля:
1 - фотоприёмник; 2 - источник света; 3 - поверхность разметки;
a - угол освещения; *b* - угол наблюдения; *e* - угол между направлением освещения и поверхностью дорожной разметки b_v = 88,76°, a = 1,05°, *e* = 1,24°

При измерениях следует использовать источник прожекторного типа *A* [$T_{цв}$ = (2856±50)*K*] по ГОСТ 7721-89. Апертура измерительных устройств не должна превышать 0,33°. Измеряемая поверхность дорожной разметки должна быть не менее 50 см^2. Вся поверхность измерения дорожной разметки должна иметь равномерную освещённость.

Измерение коэффициента световозвращения разметки для условий тёмного времени суток при освещении фарами автомобиля и влажном покрытии проводят по методике, аналогичной изложенной выше. При проведении измерений в сухую погоду необходимо вылить с высоты 0,5 м на поверхность дороги горизонтального участка в зоне измерения около 10 л чистой воды. Через 1 мин должно быть проведено измерение величин *L* и *E* для расчёта величины R_L.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Измерение коэффициента световозвращения для условий тёмного времени суток при освещении фарами автомобиля и дожде также аналогично описанному выше.

При этом для проведения измерений в сухую погоду необходимо при помощи специальной дождевальной установки имитировать дождь без тумана и испарений интенсивностью 20±2 мм/ч на поверхности в два раза шире разметки, но не менее 0,3 м и на 25 % длиннее, чем измеряемая поверхность разметки.

Измерение величин L и E для расчёта величины R_L должно быть проведено через 5 мин после начала имитации дождя.

Измерения коэффициента сцепления колеса с дорожной разметкой производят с использованием прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД или другими приборами, показания которых приведены к показаниям ПКРС-2.

Измеряемая поверхность дорожной разметки должна быть увлажнена, а при необходимости предварительно очищена.

Измерение необходимо повторить не менее пяти раз. Когда измеряемые величины коэффициента сцепления не будут отличаться одна от другой более чем на 0,03, вычисляют среднее по результатам измерений, которое и будет искомой величиной. В ином случае измерение следует повторять до тех пор, пока три полученных величины не будут отличаться более чем на 0,03.

В процессе эксплуатации инструментальным методом проводят проверку снижения силы света сигналов светофора в осевом направлении по отношению к величинам, установленным в ГОСТ 25695-91. Измерения проводят по ГОСТ 11946 (ГОСТ 11946-78. Линзы и комплекты линз сигнальных приборов железнодорожного транспорта. Методы измерений силы света и фокусного расстояния.) при расстоянии полного свечения не менее 10 м.

В процессе эксплуатации состояние ограждений, сигнальных столбиков и маячков проверяют визуальным способом. При этом устанавливают соответствие их параметров требованиям нормативных документов.

Ремонт и содержание элементов обустройства и средств организации и обеспечения безопасности движения. В соответствии с классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования, утвержденной распоряжением Государственной службы дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации 03.01.2002 г. № ИС-5-р, в перечень работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог включены следующие работы по элементам обустройства дорог, организации и обеспечения безопасности движения.

При проведении ремонтных работ выполняют:

восстановление и установку вновь недостающих дорожных знаков;

восстановление и совершенствование элементов и систем диспетчерского и автоматизированного управления движением; восстановление существующих и установку вновь автономных и дистанционно управляемых знаков и табло со сменной информацией и светофорных объектов;

восстановление существующих остановочных, посадочных площадок и автопавильонов на автобусных остановках, туалетов, площадок для остановки или стоянки автомобилей;

восстановление пешеходных переходов и ремонт тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек, шумозащитных сооружений на участках дорог, проходящих через населённые пункты;

устройство виражей на опасных для движения кривых; архитектурно-художественное оформление обустройства и благоустройства дорог и их отдельных участков, развязок, площадок отдыха, автобусных остановок, смотровых площадок и других объектов;

восстановление электроосвещения на отдельных участках дорог, мостах, путепроводах и паромных переправах, в тоннелях;

восстановление дорожной линейной телеграфной (телетайпной) или радиосвязи и других средств технологической и сигнально-вызывной связи, восстановление кабельной сети;

нанесение временной разметки на период ремонта, удаление временной разметки и нанесение постоянной после завершения ремонта.

В процессе содержания дороги выполняют:

уход за знаками, замену повреждённых и установку вновь недостающих дорожных знаков;

удаление отслужившей, восстановление изношенной и нанесение вновь вертикальной и горизонтальной разметки, в том числе на элементах искусственных сооружений;

исправление и замену повреждённых и морально устаревших, а также установку вновь недостающих дорожных ограждений и направляющих устройств;

содержание в чистоте и порядке автобусных остановок, пешеходных переходов, площадок отдыха и элементов их обустройства, а также шумозащитных сооружений; исправление отдельных повреждений элементов архитектурно-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

художественного оформления дорог, надлежащий уход за этими элементами; очистку туалетов;

установку и содержание в чистоте и порядке беседок, скамеек, панно и др.; обустройство источников питьевой воды и артезианских колодцев, содержание их в чистоте и порядке;

окраску обстановки и элементов обустройства дорог, содержание их в чистоте и порядке;

оборудование и содержание объездов разрушенных, подтопляемых, наледных и заносимых участков дорог, закрываемых для движения мостов;

содержание, восстановление и устройство вновь пунктов учета движения, снегомерных постов и постов для измерения температуры и оценки состояния дорожной конструкции и других устройств, необходимых для изучения работы дороги, её отдельных элементов и сооружений;

содержание включенных в балансовую стоимость автомобильных дорог и дорожных сооружений, линий электроосвещения дорог, мостов, путепроводов, тоннелей, транспортных развязок, паромных переправ и других сооружений, замену ламп и светильников, вышедших из строя, проводов, кабелей и других элементов электроосвещения, ревизию трансформаторов, плату за расход электроэнергии на освещение;

содержание включённых в балансовую стоимость автомобильной дороги и дорожных сооружений линейной телеграфной (телетайпной) или радиосвязи и других средств технологической и сигнально-вызывной связи, кабельной сети, а также светофорных объектов, средств организации движения, диспетчерского и автоматизированного управления движением;

содержание включенных в балансовую стоимость автомобильных дорог и дорожных сооружений пунктов весового контроля, водомерных постов, метеопунктов и систем мониторинга погодных условий и условий движения.

Работы по ремонту и содержанию дорожных знаков включают в себя установку недостающих знаков, замену поврежденных знаков, их ремонт на месте при незначительных повреждениях и окраску опор знаков и элементов их крепления.

При замене повреждённых дорожных знаков исходят из того принципа, что знаки подлежат замене, если вследствие имеющихся на нем повреждений его невозможно распознать с расстояния 100 м или смысл знака меняется или становится непонятным водителю. Замену повреждённых и установку недостающих знаков производят в сроки, указанные в ГОСТ Р 50597-93.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Мелкие повреждения знаков исправляют на месте. В состав таких работ обычно входит выпрямление опор и щитков знаков, замена или подтягивание элементов крепления знаков.

Регулярно (весной и осенью) проводят очистку знаков от пыли и грязи.

Для удобства учёта знаков каждому знаку целесообразно присвоить индивидуальный номер, который наносят на обратной стороне щитка знака. В инвентаризационной ведомости указывают: индивидуальный номер знака, его номер по ГОСТ 10807-78, размещение знака на дороге (привязку к километровому столбу), типоразмер знака, тип опоры, дату установки или замены, виды работ по его содержанию, а при необходимости и другие сведения.

Направляющие устройства (сигнальные столбики, маячки безопасности) подлежат замене в случае, когда они не подлежат восстановлению на месте.

Окраску обстановки и элементов обустройства дорог производят с целью защиты их от атмосферного воздействия и улучшения их эстетических качеств.

Обратная сторона щитков знаков, стойки и элементы крепления знаков к опорам должны быть окрашены. Щитки знаков, опоры знаков индивидуального проектирования и элементы крепления окрашивают краской серого цвета. Стойки знаков окрашивают в белый цвет. Нижняя часть стоек на высоту 50 см от поверхности бермы окрашивают в чёрный цвет.

Элементы ограждения защищают от коррозии путем окраски элементов ограждения. Цвет окраски - серый. В случаях, предусмотренных ГОСТ Р 51256-99, балки ограждения должны иметь вертикальную разметку в виде полос чёрного и белого цветов. Допускается не окрашивать и не наносить вертикальную разметку краской, на балки ограждения, выполненные из оцинкованной стали или имеющие защитное полимерное покрытие.

Во всех случаях на ограждениях должны быть размещены световозвращатели в соответствии с ГОСТ Р 50971-96. В процессе эксплуатации следует следить за сохранностью световозвращателей и при их утрате восстанавливать.

Направляющие устройства в виде сигнальных столбиков окрашивают в соответствии с ГОСТ Р 50970-96. Вид окраски зависит от формы корпуса столбиков. Сигнальные столбики должны иметь световозвращатели по ГОСТ Р 50971-96, которые следует восстанавливать при их утрате. Другие элементы обустройства дороги (павильоны на автобусных остановках, элементы обустройства площадок отдыха и др.) следует окрашивать в соответствии с проектами на их строительство.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Все элементы обустройства автомобильных дорог должны содержаться в исправном состоянии и чистоте. Окраска их поверхности должна возобновляться при появлении её повреждений или загрязнении.

Разметка автомобильных дорог, её устройство и возобновление. Материал для разметки должен обладать хорошими оптическими свойствами, чтобы оптимально быстро передать участнику движения форму и значение разметки. Наибольшее распространение получили краски, термопластические и пластические материалы. Технологические характеристики некоторых красок приведены в табл. 13.6.

Таблица 13.6

Марка краски	Показатели					
	Рабочая вязкость по ВЗ-4	Плотность, г/см^3	Время высыхания, мин	Коэффициент яркости, %	Износостойкость (методика СоюздорНИИ), %	Завод-изготовитель
ВМД	60-120	1.7	10-20	64	80-90	Лакокраска. г. Н.-Новгород
ЭП-5327	100-120	1,6	10-12	74	70-80	ЗЛКЗ, г. Сергиев Посад
АК-505	80-100	1,6	15-17	71	83	Дарус, г. Ростов-на-Дону
Краска акриловая	100-120	1,7	15-17	66	76	ЗЛКМ «Квил». г. Белгород

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Дорстрой-сервис	60-80	1,6	15-20	67	73	ПЗСМ. г. Подольск
АК-591	80-120	1,4	8-10	69	82	Одилак, г. Одинцово
АК-5328 Викдор	80-100	1,4	10-15	68	80	ООО «Виктория»
КО-525 автодорожная	45-120	1,4	7-10	71	70	ООО «Союз 1 ЛТ». г. Казань
Техноколор	60-160	1,5	9-11	70	70-90	Технопласт, г. Дзержинский
Спектрлайн К-911	100-180	1,5	22-26	66	75	ООО «Меготекс», г. Москва
Спектрлайн К-920	80-120	1,57	22-26	64	84	ООО «Меготекс», г. Москва
Арктика	100-250	1,3	15	67	62	Криз, Калининск. Саратов, обл.
Бестер	100-180	1,55	7-10	64	74	Акваколор, г. Екатеринбург

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Автомагистраль	60-140	1,7	22	64	80	ЗАО «Композит», г. Рязань
Магистраль	100-200	1,37	7-10	68	65	НПО Пигмент, г. С.-Петербург
ДМ-АК-521	70-190	1,5	18	65	68	Лакокраска, с. Оболдино, Моск. обл.
Д-1	40-120	1,56	8	70	63	Силан, г. Данков Липецкой обл.

Термопластичные вещества состоят из термопластичного вяжущего, пигмента, светлых и рефлектирующих наполнителей. Их укладывают на покрытие при температуре 150-220°С слоем 3-5 мм. Перед Укладкой необходимо покрытие очистить и подгрунтовать для улучшения адгезии термопласта. Термопласты чувствительны к деформации основания. Полимерные материалы, укладываемые в холодном состоянии, состоят из одно- или двухкомпонентного вяжущего, пигмента, светлых наполнителей, рефлектирующих материалов и растворителей.

Работы по устройству разметки дорог и ее возобновлению следует производить в сухую погоду при температуре покрытия не менее +15°С и относительной влажности воздуха не более 70 % при работе с красками и не более 85 % при работе с термопластиком.

Наносить разметку на влажное или пропитанное влагой покрытие не допускается. Технология нанесения разметки на проезжую часть зависит от типа применяемого разметочного материала: термопластика или краски.

Работы по разметке проезжей части состоят из следующих этапов:

подготовка дорожного покрытия;

предварительная разметка проезжей части;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

нанесение разметки маркировочной машиной.

Перед проведением работ по разметке покрытие очищают механической щеткой поливомоечной машины. При необходимости проезжую часть дополнительно промывают водой и просушивают.

Предварительную разметку выполняют с помощью отбелённого шнура или путём нанесения на покрытие меток краской. Предварительную разметку шнуром длиной 150-200 м осуществляют двое дорожных рабочих. Шнур закрепляют с помощью дюбелей, вбиваемых в покрытие. Для лучшей сохранности намечаемых линий рекомендуется вдоль шнура наметить краской точки с интервалом 20-50 м или чаще. Это облегчит работу машиниста при выполнении разметки.

При выполнении разметки термопластиком (дано на примере ПЛ-5142) перед началом работ необходимо проверить годность разметочного материала, а при необходимости довести его до рабочего состояния. Так, если в результате длительного хранения термопластик слежался или скомковался, его следует разбить на куски, размер которых не затруднит работу мешалки в котле машины. Если предполагается проводить работу с вновь полученной партией термопластика, следует проверить наличие сертификата соответствия материала требованиям нормативных документов и ознакомиться с инструкцией по его применению.

Перед началом работ по разметке дорог термопластиком необходимо также привести в рабочее состояние маркировочную машину, а также вспомогательное оборудование.

Разогрев термопластика целесообразно проводить отдельно в маточном котле (ёмкостью 800 кг и более) с последующим отбором в котёл маркировочной машины. При отсутствии маточного котла разогрев термопластика проводят в разметочной машине. Для этого следует включить газовые горелки и в течение одного-двух часов нагревать масло-теплоноситель в рубашке котла маркировочной машины.

Если маркировочная машина уже использовалась для маркировки, при достижении температуры 120-130°С необходимо выключить горелки и очистить котёл от остатков старого термопластика, а затем опять включить горелки.

При температуре масла-теплоносителя в рубашке котла 140-150°С включить мешалку и начать загрузку термопластика в котел. При загрузке термопластика необходимо следить, чтобы вместе с ним в котёл не попадали посторонние предметы. Затем примерно в течение 3-4 часов при включенной системе продолжить загрузку термопластика, последовательно добавляя в котёл 1-2 мешка через каждые 10-15 минут.

В период загрузки и плавления термопластика постоянно следить за тем, чтобы температура масла-теплоносителя не превышала 220°С, а температура расплава термопластика в котле поддерживалась на уровне рабочей температуры (обычно 180±5°С); регулирование температуры производить путём включения или выключения горелок.

Предельное заполнение емкости котла маркировочной машины ДЭ-21 термопластиком не должно превышать 400 кг во избежание выплёскивания расплавленного материала при движении машины.

Прежде чем приступить к разметке разогретым термопластиком, необходимо очистить от остатков материала предыдущего цикла работ трубопровод, соединяющий котёл с маркером. С этой целью небольшая часть расплава (3-5 кг) пропускается через маркер на подложку (использованный упаковочный мешок от термопластика).

Рабочая температура термопластика при нанесении разметки должна быть 180±5°С (обычно указывается в инструкции по применению). При понижении температуры возможно плохое истечение термопластика через маркер, что ухудшает качество разметки. При более высокой температуре возможно растекание материала за пределы контура маркировочной линии, а также тепловое разрушение материала и изменение его цвета. До полного использования расплавленного термопластика не рекомендуется делать перерыв в работе.

Хранение его при рабочей температуре 180±5°С не допускается. При необходимости кратковременного перерыва в работе термопластик следует охладить на 50°-60 °С.

В случае использования рефлектирующих микрошариков их засыпают в специальную ёмкость маркировочной машины, из которой они по трубопроводу попадают на горячую поверхность термопластика, нанесённого на покрытие.

После нанесения разметки термопластиком движение на участке выполненных работ можно открывать через 15-20 минут в зависимости от температуры и влажности воздуха. Естественная убыль термопластика при работах, связанных с его нанесением, составляет 5 %.

Термопластик ПЛ-5142 в сухом виде нетоксичен, непожароопасен, температура воспламенения 800-870°С. Однако при его плавлении и проведении работ по разметке следует соблюдать осторожность, так как расплав термопластика имеет высокую температуру (180±5°С) и может вызвать сильный ожог.

Все работающие с термопластиком обязаны пройти специальный инструктаж и должны быть обеспечены защитной спецодеждой и спецобувью, а также

средствами индивидуальной защиты (головной пластмассовый щиток, рукавицы, респиратор типа ШБ-1 «Лепесток»).

На месте ведения работ должна быть аптечка с медикаментами, средства пожаротушения.

При попадании расплава термопластика на открытые участки тела пораженное место кожи охладить и смазать синтомициновой мазью, при необходимости обратиться к врачу.

При работе с расплавом термопластика ПЛ-5142 необходимо учитывать, что выделяемые вредные пары, образующиеся при его перегреве, отрицательно воздействуют на организм человека.

При разметке дороги с помощью красок (например, ЭП-5155, НП-501) перед их заливкой в бак разметочной машины следует выполнить проверку их годности к использованию, особенно в случаях, когда краска хранилась длительное время.

Прежде всего краску необходимо перемешать до однородного состояния барботажем воздухом, перекатыванием в бочке или перемешиванием веслом.

Перед началом работы необходимо определить условную вязкость состава НП-501 и краски ЭП-5155 с помощью вискозиметра ВЗ-4 при температуре 20±0,5°С. Вязкость состава НП-501 должна быть в пределах 30-120 с, краски ЭП-5155 - 40-120 с.

При необходимости состав НП-501 разбавляют до рабочей вязкости ксилолом, бутилацетатом в количестве, не превышающем 10 %.

Не допускается смешивания состава НП-501 с нитроэпоксидной эмалью ЭП-5155 и другими лакокрасочными материалами.

Перед заправкой ёмкостей маркировочной машины состав НП-501 необходимо профильтровать через сетку 0,1-0,2 мм или три слоя марли, чтобы избежать засорения краскопроводящей системы.

После подготовки маркировочной машины к работе и заправки её ёмкостей составом НП-501 или краской ЭП-5155 и регулировки расхода материала краскораспылитель устанавливают в исходное положение. Форсунку размещают точно по центру, чтобы факел маркировочного материала смачивал ограничительные диски на расстоянии 30-40 мм от покрытия.

Запустив двигатель компрессора, доводят давление воздуха в ресивере до 6,0 кгс/см^2, открывают краны подачи воздуха в ёмкости с составом и регулятором на пульте управления устанавливают рабочее давление. Затем открывают краны

подачи воздуха к пневмоприводу мешалок для перемешивания состава в ёмкостях в течение 10-15 минут. Если на машине не предусмотрен автоматический привод к мешалке ёмкости с составом, эту операцию выполняют вручную.

После этого открывают краны подачи воздуха к форсунке, а затем краны подачи состава и заполняют краскопроводящую систему. На программном блоке устанавливают режим работы форсунки. Нормальный расход нитроэпоксидной эмали и состава НП-501 составляет от 350 до 700 г/м^2. Для определения фактического расхода рекомендуется использовать металлические пластины прямоугольной формы размером 70´150 мм, которые укладывают на проезжую часть по направлению движения рабочего органа маркировочной машины. После прохода краскораспыляющей форсунки над пластиной пластину высушивают и взвешивают. Расход состава определяют по разности веса пластины до и после покраски по формуле

$$Q = \frac{(P_2 - P_1)\cdot 100}{S \cdot C}, \text{г/м}^2,$$ где

(13.4)

P_2 - вес пластины после нанесения состава и его высыхания, г;

P_1 - то же, до нанесения состава, г;

S - площадь пластины, м^2;

C - процент содержания нелетучих веществ в составе материала принимают в соответствии с техническими условиями на данный разметочный материал.

Расход состава можно также определить по разности толщины пластины до и после нанесения краски. Толщину плёнки определяют микрометром. Расход находят по формуле:

$$Q = \frac{\gamma \cdot (h_2 - h_1)\cdot 100}{C} 10^4, \text{г/м}^2,$$ где

(13.4)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

g - плотность сухой плёнки состава (для НП-501 составляет 2 г/см^3);

h_2 - толщина пластины после нанесения состава и его высыхания, см;

h_1 - то же, до нанесения состава, см;

C - содержание нелетучих веществ в составе, %.

На новых асфальтобетонных покрытиях разметку составом НП-501 рекомендуется выполнять после того, как с поверхности проезжей части исчезнет битумная плёнка, препятствующая высыханию состава и способствующая ускоренному износу разметки.

После окончания работы остаток состава или краски сливают в ёмкость, а бак и всю систему трубопроводов маркировочной машины промывают соответствующим растворителем. Если использовали краску ЭП-5155, то промывают ацетоном, а если состав НП-501 - толуолом, ксилолом или бутилацетатом.

При заправке баков маркировочной машины составом НП-501 или краской ЭП-5155 запрещается курить, зажигать спички или пользоваться другими источниками открытого огня. На машине должны быть установлены исправные огнетушители.

В случае загорания маркировочного материала для его тушения используют песок, кошму, огнетушители (пенные и утлекислотные), тонкораспыленную воду.

Разметка полимерными лентами упрощает работу и обеспечивает существенное увеличение долговечности дорожной разметки. Ленты раскатывают на горячем свежеуложенном асфальтобетоне при его температуре 60-80°С и утапливают катком, обеспечивая, таким образом, единое покрытие. Лента имеет собственный клеевой слой, обеспечивающий надежное ее соединение с асфальтобетоном на весь период эксплуатации дорожного покрытия. Она рассчитана на высокие эксплуатационные нагрузки в течение 4-5 лет, обеспечивая при этом высокий уровень световозвращения, отвечающий требованиям как ГОСТа, так и европейским нормам безопасности. Лента обеспечивает высокий коэффициент сцепления с колесами автотранспорта, не допуская скольжения даже в мокром состоянии. Из ленты можно делать стрелы для обозначения направления движения, островки безопасности, цифры, буквы и маркировку искусственных неровностей.

Ленты для разметки дорог различаются по типам - они могут быть для временной и длительной эксплуатации, поверхность их может быть ровной или профилированной, ленты могут быть белого или оранжевого цвета в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51256-99 (табл. 13.7).

Таблица 13.7

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Компания/ марка ленты	Вид	Коэффициент световозвращения, мкд×лк$^{-1}$м$^{-2}$	Коэффициент сцепления	Коэффициент яркости, %	Цвет	Примечание
3М/ Стамарк™	А-380	300/700	0,35/0,5	60/85	Белый	Профилированная
	А-340	300/350	0,35/0,4	60/80	Белый	Стандартная
	А-650	300/250	0,3570,4	30/40	Оранжевый	Временная
SWARCO/ Сваркотэйп™	3000	300/350	0,35/0,4	60/80	Белый	Стандартная
	4000	300/350	0,35/0,4	60/80	белый	Увеличенная толщина

Примечание. В числителе даны требования по ГОСТ Р 51256-99, в знаменателе - значения, гарантируемые производителем.

Для повышения световозвращающего эффекта в краску и термопластик добавляют стеклошарики. Оптимальными являются стеклошарики с фракционным составом 10-600 мкм и 100-800 мкм. Они дают наилучший коэффициент световозвращения и при этом обладают достаточной прочностью, не выбиваясь из покрытия колёсами автомобилей.

Стеклошарики могут быть введены в краску или термопластик в процессе приготовления этих материалов или рассыпаны на поверхность свежеуложенного материала. Наиболее эффективной считается технология, при которой часть стеклошариков вводится в разметочный материал при его приготовлении, а часть рассыпается на свежеуложенный материал.

Восстановление дорожной разметки производят в случае, когда её износ по площади (для продольной разметки измеряется на участке протяжённостью 50 м) составляет более 50 % при выполнении её краской и более 25 % - термопластичными массами. Восстановление обычно производят той же разметочной техникой, что и при её первоначальном нанесении. Если в процессе восстановления разметки её линии не совпадают с ранее нанесёнными или изменилась схема разметки участка дороги, старые линии разметки, выполненной с

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

применением краски, закрашивают краской под цвет покрытия, а разметку из термопластика срезают фрезой.

Характеристики машин и оборудования, применяемого в процессе устройства новой и удаления ненужной разметки, приведены в главе 19.

13.7. Особенности содержания дорог в горной местности

В настоящее время автомобильный транспорт во многих горных странах занимает ведущее место как в грузовых, так и в пассажирских перевозках. Горный рельеф таких стран диктует целесообразность развития автомобильных дорог в транспортной системе. Дорожные службы в горных условиях выполняют целый комплекс специфических работ, связанных с защитой и расчисткой дорог от оползней, обвалов, осыпей и снежных лавин.

Для борьбы с оползнями изменяют рельеф склона: возводят удерживающие сооружения, проводят укрепление грунтов, регулируют поверхностные и подземные стоки. В оползневой зоне необходим специальный режим выполнения работ по эксплуатации дорог для исключения причин, способствующих нарушению устойчивости склонов.

Для повышения устойчивости склонов и противодействия смещению оползневых масс устраивают террасы; удаляют или заменяют неустойчивые грунты; возводят подпорные стены (железобетонные, сборные или монолитные, каменные, грунтовые армированные); устраивают контрбанкеты и контрфорсы; анкерные конструкции; забивные и бурозабивные сваи.

Укрепление грунтов производят с использованием методов цементации, силикатизации, обжига и т.д. Покрывают поверхности оползневых склонов и откосов торкретбетоном и набрызгбетоном.

Для защиты склонов и откосов от воздействия поверхностных вод производят их планировку; устраивают водоотводные и нагорные канавы, водосбросные лотки; осуществляют засев трав и высаживание кустарников.

Регулирование подземного стока применяют для перехвата или понижения уровня подземных вод. С этой целью выполняют горизонтальный дренаж (сплошные прорези, траншейный дренаж с трубами, дренажные галереи, штольни, пластовые дренажи); вертикальный дренаж (буровые скважины и шахты, дренажные колодцы); комбинированные водопонижающие системы, представляющие собой сочетание вертикальных и горизонтальных дренажных устройств. Соблюдение правильной эксплуатации сооружений способствует предотвращению оползневых явлений.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для защиты автомобильных дорог от скальных обвалов проводят профилактические мероприятия, устраивают защитные сооружения и выполняют закрепление откосов и крупных глыб. К профилактическим мероприятиям относят очистку склонов и откосов от неустойчивых глыб и обломков скального грунта; заблаговременное обрушение неустойчивых скальных массивов; уменьшение крутизны откосов и склонов путем террасирования или уменьшения утла наклона откосов с проведением буровзрывных работ (Евгеньев И.Е., Каримов Б.Б. Автомобильные дороги в окружающей среде. - М.: ООО «Трансдорнаука», 1997. - 285с).

К защитным сооружениям относят противообвальные галереи; улавливающие сооружения и траншеи, валы, оградительные стены и сетки.

Поддерживающие сооружения строят для удержания слоев горных пород, слагающих откос. Эти сооружения возводят из монолитного или сборного железобетона, из бутобетона, а также из каменной кладки на цементном растворе.

Анкерное закрепление применяют на неустойчивых участках откосов или для обеспечения устойчивости крупных глыб на скальном основании. Анкерные крепления делают двух типов: анкерные крепи и анкеры глубокого заложения длиной от 6 до 30 м.

Анкерные крепи представляют собой одиночные анкеры длиной от 1 до 5 м или анкеры в сочетании с металлической сеткой между ними. Анкеры закрепляют в скальном массиве концевыми замками или инъекцией вяжущего.

Свайные конструкции обеспечивают устойчивость слаботрещиноватых массивов при уклоне поверхности смещения не круче 50°.

Защиту от выветривания поверхности склонов и откосов, общая устойчивость которых обеспечена, выполняют путём обработки поверхности защитными материалами, посадки деревьев и кустарников или посева трав. В некоторых случаях устраивают одевающие стены из каменной кладки на цементном растворе или применяют торкретбетон и набрызгбетон.

В горной местности эксплуатационные службы производят мероприятия по защите дорог от осыпей. Улучшают водоотвод для повышения устойчивости осыпи путём перехвата поверхностных и подземных вод. С верховой стороны прокладывают нагорные и водоотводные канавы, устраивают дренажи. Склоны, питающие осыпь обломочным материалом, закрепляют древесно-кустарниковой и травянистой растительностью.

Для воспрепятствования движению осыпи и защиты от нее дороги осуществляют террасирование склонов, устраивают заградительные стены,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

улавливающие траншеи и валы, подпорные стены, дощатые щиты и металлические сетки.

Характерными особенностями селевых потоков являются внезапность возникновения, кратковременность прохождения и большая скорость (до 7-8 м/с). Сели могут быть водокаменными, грязекаменными или грязевыми. Для защиты дорог от селей проводят предупредительные, профилактические и защитные меры.

Предупреждение о селевой опасности включает организацию службы предупреждения, которая оснащается приборами, оповещающими о возникновении и прохождении селей. Эта служба осуществляет также контроль за хозяйственной деятельностью, производимой на селеопасной территории.

При проведении профилактических работ предотвращают образование селей или ослабляют их воздействие. С этой целью на селеопасных склонах сохраняют и развивают древесную, кустарниковую и травянистую растительность; улучшают водоотвод с расчисткой водоотводных и селеотводящих канав и лотков; ремонтируют гидротехнические устройства; заблаговременно выпускают воды из ледниковых и моренных озёр.

К защитным мерам относят стабилизацию селевых русел, пропуск селевых потоков над дорогой, защиту русел от размыва, отвод селевого потока от дороги, задерживание селей [4].

Лавины - частое явление в горах. Лавиной (снежным обвалом) называют быстрый сход с горного склона покрова, утратившего связь с подстилающей поверхностью. Вероятность схода лавин существенно зависит от размеров лавиносборов и мощности снежного покрова, накопленного на них.

Наиболее вероятны лавины объёмом 300 $м^3$, сходящие с небольших логов площадью 2 га, и лавины объёмом более 10^4 $м^3$ при площади лавиносборов свыше 40 га (Немчинов М.В. Лавины и защита дорог от лавин: Учебное пособие / МАДИ. - М.: 1989. - 62с).

Для условий Тянь-Шаня установлена зависимость между временем t (в часах) от начала снегопада до момента схода лавин и интенсивностью снегопада i (см/ч):

нижний предел $t_{min} = (4,7 - 0,4i)/(i - 0,05)$;

верхний предел $t_{max} = (15 - 5,0i)/(i - 0,22)$.

Интервал $Dt = t_{max} - t_{min}$ соответствует области повышенной лавинной опасности. Защиту дорог от лавин осуществляют с помощью инженерных или профилактических мер.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

К профилактическим относят мероприятия по ликвидации схода лавин путем заблаговременного искусственного их обрушения. С этой целью производят обстрел лавиносборов из артиллерийских орудий или минометов; взрывание зарядов взрывчатых веществ в зоне снегонакопления; подпиливание снежных карнизов. После проведения этих мероприятий производят расчистку завалов, что требует большого количества времени и значительных затрат труда. На период расчистки завалов проезд по дороге часто прерывается. Поэтому профилактические меры зашиты рассматривают как временные до постройки защитных инженерных сооружений.

В табл. 13.8 представлены инженерные меры зашиты дорог от лавин. Снегоудерживающие устройства в виде щитов и заборов различной конструкции применяют для предотвращения соскальзывания снега и схода лавин со склонов. Стационарные снегоудерживающие устройства могут быть деревянными (рис. 13.15). Снегоудерживающие устройства на склонах размещают непрерывными рядами или с разрывами (рис. 13.16).

Таблица 13.8

Инженерные меры защиты дорог от лавин

Принцип действия	Тип устройства
Лавинопредупреждающие	
Предотвращение соскальзывания снега со склона	Снегоудерживающие устройства. Террасирование и облесение склонов
Предотвращение образования снежных карнизов	Снеговыдувающие заборы
Уменьшение накопления снега в лавиносборах или перераспределение в зонах снегонакопления	Снегозадерживающие щиты и заборы, установленные на подходе к лавиносборам. Кольктафели
Лавинозащитные	
Пропуск лавин над защищаемым объектом	Противолавинные

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Уменьшение скорости лавин	галереи Тормозящие сооружения
Отклонение в сторону от защищаемого объекта	Лавинорезы и направляющие дамбы
Остановка лавин на подходе к объекту	Отбойные дамбы

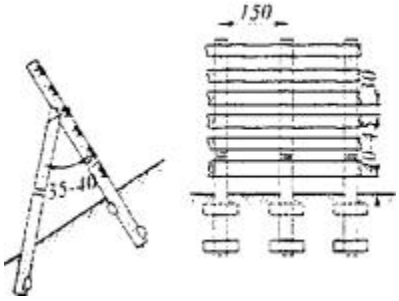


Рис. 13.15. Конструкция деревянного снегоудерживающего сооружения

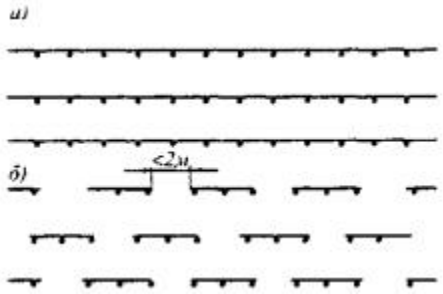


Рис. 13.16. Размещение снегоудерживающих сооружений на склоне:
а - непрерывными рядами; б - с разрывами

Для надёжной работы снегоудерживающих устройств важно правильно назначить их высоту, которую рассчитывают по формуле

$H_к = H_p + DH_1$, м, где
(13.5)

H_p - расчётная высота снежного покрова, м;

DH_1 - запас высоты на случай образования небольших осовов на поверхности снежного покрова около устройства, м.

За расчётную принимают среднюю наибольшую многолетнюю высоту снежного покрова по данным гидрометеорологической службы с вероятностью превышения 2 % для дорог I-III категорий, 5 % - для остальных. DH_1 при ориентировочных расчётах принимают равной 0,3-0,5 м.

Снегоудерживающие устройства в вертикальной плоскости должны быть перпендикулярны к поверхности склона. Допускается отклонение от перпендикулярного положения в сторону на угол не более 15°.

Посадку леса в целях защиты от лавин производят на горных склонах, имеющих достаточный почвенный покров, в пределах естественной границы распространения лесов в данной местности. Лесопосадки должны покрывать весь лавиноопасный склон, начиная от вершины и заканчивая в 20-30 м от подошвы. Посадку растений на склоне производят в шахматном порядке с размещением через 1 м в ряду при расстоянии между деревьями 2 м.

Для предотвращения соскальзывания снежного покрова со склонов, имеющих крутизну не более 25°, прокладывают террасы. На более крутых склонах террасы служат вспомогательным средством.

На участках дорог, где сход лавин вызывается падением снежных карнизов, эффективным мероприятием, предотвращающим образование карнизов, является постройка заборов снеговыдувающего действия. Заборы устраивают на гребне склона так, чтобы нижний край ветронаправляющей панели возвышался над гребнем на 0,5 м. В пределах данного лавиносборного бассейна забор должен идти непрерывным рядом длиной не меньше, чем протяжённость гребня.

Для распределения и закрепления снега, который выносится на лавиноопасный склон снеговыдувающим забором, устанавливают кольктафели. Они представляют собой отдельно стоящие снегорегулирующие устройства, имеющие форму трапеции (рис. 13.17).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

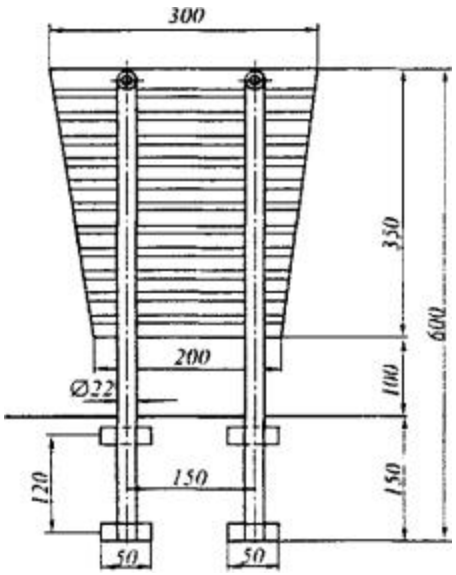


Рис. 13.17. Кольктафель

При обтекании кольктафелей в снежном покрове образуются круглые воронки радиусом от 6 до 10 м (в зависимости от ширины и высоты самих кольктафелей). Снег внутри воронки уплотнён, сама воронка способствует закреплению снега на склоне. Кольктафели устанавливают ниже снеговыдувающих заборов на расстоянии $2H_к$ от них ($H_к$ - высота кольктафеля, м) в один или два ряда с расстоянием 8-10 м между рядами. Расстояние в ряду между кольктафелями должно быть от 1,8 до 2 их высот.

Для устройства кольктафелей применяют дерево или железобетон. Изготавливают также смешанные конструкции из железобетонных стоек и деревянных ветрорегулирующих панелей.

Для уменьшения накопления в лавиносборах снега, подносимого метелями, на подступах к ним устанавливают снегозадерживающие заборы (или щиты). Они имеют такую же конструкцию, как и заборы для защиты автомобильных дорог от заносов.

Наиболее надёжными, но дорогими сооружениями для защиты дорог от лавин являются галереи. Их строят по индивидуальным проектам с учётом местных особенностей.

Для изменения движения лавин или их остановки применяют противолавинные защитные дамбы и лавинорезы. Противолавинные защитные дамбы по своему назначению делятся на направляющие или отбойные. Направляющие, дамбы отклоняют лавины в сторону и направляют по новому пути, отводя от защищаемого объекта. Отбойные дамбы преграждают лавинам путь и вызывают их остановку, не допуская к объекту.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Дамбы, как правило, представляют собой земляную насыпь (возможно также устройство каменных дамб) трапецеидального сечения или в отдельных случаях имеющую вертикальную железобетонную или бетонную отбойную грань, за которой (со стороны, противоположной лавиноопасному склону) располагается грунтовая отсыпка. Конструкция и размеры дамб определяются проектом.

При очень высоких скоростях лавин необходимо устройство и очень высоких дамб. Поэтому противолавинные дамбы рекомендуется строить там, где скорость лавин не превышает 25 м/с, или принимать меры, снижающие скорость. Эти меры заключаются в устройстве на пути лавины различных тормозящих сооружений.

Лавинорезы защищают от прямого удара лавины наиболее ответственные участки дорог. Лавинорез - большой клин, сооружаемый непосредственно перед защищаемым объектом и рассекающий лавину на две части, отбрасываемые в обе стороны. Угол между клиньями лавинореза, образующими в месте их соединения режущее ребро, составляет от 30 до 40°. Недостаток сооружений такого типа - локальность их действия, поскольку не всегда путь схода лавины строго определён.

13.8. Борьба с песчаными заносами

Подвижные пески образуют песчаные заносы на дорогах, которые резко снижают скорость автомобилей или полностью прерывают движение. На территории России имеется несколько песчаных массивов (песчаных земель), отличающихся по своим характеристикам (рис. 13.18):

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

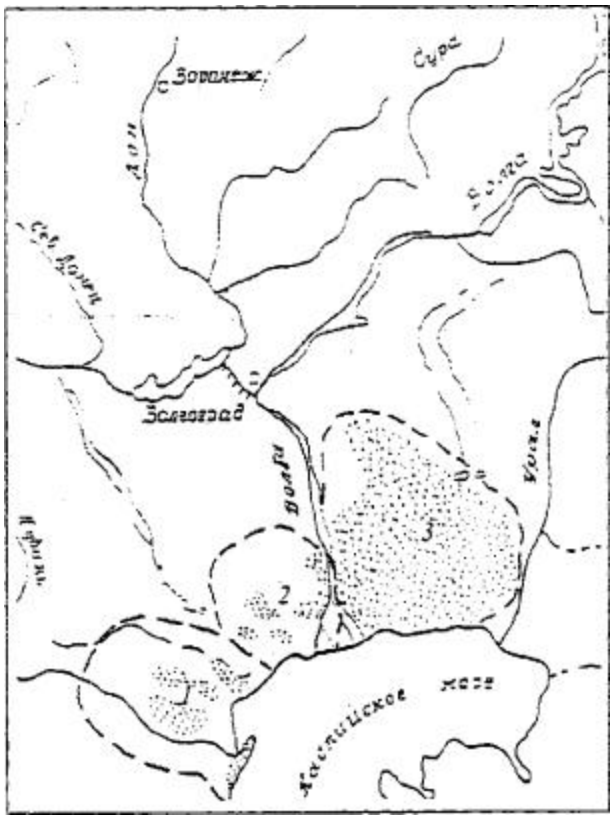


Рис. 13.18. Схема основных песчаных массивов на территории Российской Федерации:
1 - Терско-Кумский массив; 2 - Волжско-Кумский массив; 3 - Волжско-Уральский массив

Терско-Кумский прикаспийский древнедельтский массив (Ставропольский край, Республики Дагестан и Ингушетия); площадь 800 тыс. га; преобладают пески заросшие бугристые; подвижные барханные 10-15 %;

Волжско-Кумский прикаспийский массив (Астраханская область, Республика Калмыкия); сложен морскими частично переработанными прикрытыми древним аллювием песками; площадь 300 тыс. га; преобладают пески равнинно-волнистые и заросшие бугристые; подвижные барханные 5-10 %;

Волжско-Уральский прикаспийский массив (Астраханская область); сложен морскими песками, перекрытыми древнеаллювиальными дельтовыми песками; площадь около 4 млн. га; преобладают пески заросшие бугристые; распространены равнинно-волнистые и грядовые; подвижные барханные 10-15 %.

Существуют следующие основные формы рельефа песков [62].

Барханные пески:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

одиночные и групповые барханы - подвижные песчаные холмы своеобразной формы с пологим наветренным и крутым подветренным склонами. Подветренный склон имеет в плане форму полумесяца. Высота барханов от 0,3 до 3 м и более, ширина до 100 м, длина склонов до 20-40 м, крутизна наветренного склона 1:5-1:3, подветренного - 1:1,5-1:2;

барханные цепи - подвижные скопления песка, имеющие форму волнообразного вала шириной 10-12 м и более, длиной от 200 м до 2 км. Высота барханных цепей: мелких - до 1 м, средних - от 1 до 3 м, крупных - от 3 до 7 м, очень крупных - более 7 м. Расстояния между гребнями цепей - от 10-15 до 150 м;

барханные гряды - вытянутые крупные скопления песка высотой от 10 до 50 м.

Заросшие и полузаросшие пески:

кучевые и бугристые пески - скопления песка в виде небольших холмов и бугров, закреплённых растительностью, высота кучевых и мелкобугристых песков - менее 1 м, среднебугристых - от 1 до 3 м, крупнобугристых - более 3 м;

грядевые пески - вытянутые скопления песка в виде гряд высотой: мелких - от 1 до 3 м, средних - от 3 до 7 м, крупных - более 7 м;

лунковые пески - обширные глубокие котлованы, закреплённые растительностью и разделённые песчаными перемычками.

Опыт сооружения дорог в подвижных песках показывает, что земляное полотно следует проектировать с хорошо обтекаемым поперечным профилем. Крутизну откосов устраивают 1:4 при высоте насыпи до 2 м и 1:2 - более 2 м.

Для защиты от выдувания откосов насыпей, возводимых в подвижных песках, а также для улучшения условий переноса песка через дорогу под действием ветра верхнюю часть откосов насыпей (при высоте более 1 м) рекомендуется укреплять на 1/3 их высоты путём укладки защитного слоя толщиной 10-15 см из глинистых грунтов или гравийно-песчаных (щебёночно-песчаных) материалов.

Сплошное устилочное покрытие откосов земляного полотна применяют до закрепления песков растительностью или другими видами постоянных укреплений.

Стебли камыша укладывают на откос сверху вниз перпендикулярно бровке земляного полотна с перекрытием уложенного ряда последующим не менее 1/3 длины стеблей. Камышовую выстилку закрепляют на откосе тонкими пучками (вицами), расположенными поперёк стеблей настила. Кольями из крепких стеблей камыша накрест прибивают пучки к настилу, тем самым прижимая его к откосу.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Укрепление откосов грунтами и материалами, не поддающимися выдуванию, - надёжный способ, не требующий значительных затрат при эксплуатации. На укрепление 100 $м^2$ откоса расходуют 10-15 $м^3$ глинистого грунта, 10,4-15,6 $м^3$ щебня и 1,25 $м^3$ щитов из пучков камыша.

Рекомендуется по возможности избегать возведения земляного полотна дороги в виде выемок в районах распространения подвижных песков ввиду значительных трудностей защиты их от песчаных заносов. При необходимости устраивают выемки в барханных песках глубиной от 2 м по типу раскрытых с откосами 1:2 и с бермами шириной 10-20 м. Крутизну откосов выемок глубже 2 м можно увеличивать до 1:2, при этом соотношение между глубиной выемки и её шириной должно быть не менее 1:10.

На песчаных массивах, примыкающих к дороге, выделяют охраняемую полосу шириной от 50 до 500 м в каждую сторону от оси дороги в зависимости от рельефа песков, степени их подвижности, характера хозяйственного использования территории, расположения населенных пунктов и т.п. Внешняя граница охраняемой полосы обозначается соответствующими знаками.

В пределах охраняемой полосы запрещаются: работы, связанные с уничтожением или повреждением растительности, движение транспортных средств и прогон скота, а также земляные работы всех видов.

В подвижных песках, рельеф которых сложен одиночными и грунтовыми барханами, рекомендуется создавать с наветренной или с обеих сторон земляного полотна спланированные придорожные полосы шириной от 20 до 50 м, разравнивая на них подвижные формы рельефа.

За пределами спланированных полос закрепляют подвижные формы рельефа, чтобы предотвратить их перемещение на эти полосы. В зависимости от характера рельефа песков, степени их подвижности и условий произрастания растений ширину участка на которых закрепляют подвижные формы рельефа, устанавливают от 25 м до 150 м и более.

Пескозащитные насаждения создают в полупустынном и пустынном (пустыня северного типа) лесомелиоративных районах с годовой суммой осадков меньше 300 мм. В остальных районах снегозащитные насаждения обеспечивают защиту дорог от песчаных заносов.

Для защиты насаждений на песках используют следующие древесно-кустарниковые породы:

- в лесостепной зоне - сосну обыкновенную, березу, тополь, ветлу, клен татарский, шелюгу красную, бузину красную, жимолость татарскую;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

- в степной полосе - сосну обыкновенную, акацию белую, тополь, вяз приземистый, шелюгу красную, бузину красную, акацию желтую, жимолость татарскую, лох узколистный;

- в полупустынной и пустынной зоне - акацию белую, вяз приземистый, тополь, клен татарский, тамариск, лох узколистный, скумпию, айву обыкновенную, джузгун, иву каспийскую, шелюгу красную, терескен серый.

Для закрепления песков применяют посев песчаного овса, кумарчина, седина, джузгуна, а на засоленных песках - различных видов солянок. Во всех случаях целесообразно использовать местные виды растений, развивающихся лучше других. При этом семена собирают с хорошо развитых, обильно плодоносящих растений, не поражённых болезнями или вредителями. Участки для заготовки семян выбирают по согласованию с органами лесного хозяйства.

Обработка почвы для создания пескозащитных насаждений на заросших (задернованных) песках производится, как правило, по системе зяблевой вспашки. На голых песках почву обрабатывают непосредственно перед посадкой или не обрабатывают.

Уход за почвой в пескозащитных посадках на голых и слабозаросших песках не производится. На песках, сильно зарастающих травами, за почвой ухаживают по мере надобности. После песчаных бурь молодые посадки оправляют.

Размещение и ширина пескозакрепительных насаждений зависят от рельефа песков и направления активных дефляционных ветров. На барханных песках при направлении дефляционных ветров к оси дороги более 30° насаждения шириной 50 м создают по обе стороны от полотна.

На период прорастания семян и укрепления корневой системы растений вспомогательным средством, приостанавливающим движение песков, служит механическая защита, розлив вяжущих материалов или другие способы фиксации поверхности песков. Для закрепления песков используют медленно распадающиеся битумные эмульсии, жидкие нефти или раствор полиакриламида. Нормы распределения вяжущих представлены в табл. 13.9.

Таблица 13.9

Материал	Условия закрепления песков	Расход на 1 м^2	
		единица измерения	количество

Битум БНД 200/300 и БНД 130/200 (для приготовления эмульсии)	Благоприятные почвенно-гидрологические условия местности и ветер небольшой скорости	г	200-500
	Неблагоприятные почвенно-гидрологические условия местности и тяжелый ветровой режим	г	500-750
	Закрепление производится в очагах дефляции на территории защитной полосы	г	350-500
Жидкая нефть	Благоприятные почвенно-гидрологические условия местности и ветер небольшой скорости	л	1-2
	Неблагоприятные почвенно-гидрологические условия местности и тяжелый ветровой режим	л	5-6
0,5-0,7 %-ный водный раствор полиакриламина	Закрепление производится на откосах земляного полотна и в очагах дефляции на территории защитной полосы	л	3-4
	Закрепление производится на откосах земляного полотна и на защитной полосе при благоприятных почвенно-гидрологических условиях местности и благоприятном ветровом режиме	л	6-8

С помощью механических защит можно уменьшить высоту барханов, для чего нижнюю часть их укрывают щитами или матами. Верхняя часть подвергается развеиванию, а песок сдувается на подветренный склон. С помощью щитов можно также управлять движением барханов. Устанавливая щиты на барханную цепь с наветренной стороны дороги, препятствуют воздействию ветра и задерживают движение песков с этой стороны. Расположенная с подветренной стороны дороги барханная цепь не имеет щитов, пески здесь не задерживаются, и барханы отгоняются от дороги.

Существуют различные виды механических защит, предназначенные для пескозадержания. С аэродинамической точки зрения механические защиты делятся

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

на несколько типов: непроницаемые линейные (высокорядные, полускрытые и скрытые), устилочные и торчковые.

Суммарное количество песка, переносимое ветром к линии защиты, зависит от местных природных факторов: ветрового режима, рельефа местности, характера растительного покрова. Защита дороги от песчаных заносов должна проектироваться отдельно по характерным участкам.

За основной показатель при выборе и расчёте конструкции защиты, её размещении на полосе отвода принимают расчётный годовой перенос песка.

Максимальный годовой перенос песка, подлежащий задержанию, определяют по формуле [29]

$$Q_{г.м.} = 4{,}114 \cdot 10^{-7} \sum_{1}^{n} \sum \left(V_{1,0} - 4{,}1\right)^3 t \cdot \sin \alpha,$$

где (13.6)

t - продолжительность переноса песка при различных общих расходах, ч;

а - угол между направлением ветра и продольной осью защиты;

n - число случаев переноса песка в году с общими расходами;

$V_{1,0}$ - скорость ветра, измеренная на высоте 1 м от песчаной поверхности, м/с.

Расчётный перенос песка, который учитывают при проектировании мероприятий по защите дороги от песчаных заносов, определяют с 5 %-ной вероятностью его превышения для дорог с капитальными покрытиями и 10 %-ной вероятностью превышения - для дорог с усовершенствованными облегчёнными покрытиями [4].

Расчёт элементов щитов производится на давление ветра, на прочность и устойчивость против опрокидывания щита.

При защите сооружений от песчаных заносов определяют пескозадерживающую способность щитов на 1 пог. м с помощью одной из формул [4]

$$q = \frac{h \cdot (l_н - l_п)}{2};$$

(13.7)

$$q = \frac{h \cdot (tg\alpha + tg\beta)}{2 \cdot tg\alpha \cdot tg\beta},$$ где

(13.8)

q - объём песка, который может быть задержан 1 пог. м щита при его полном засыпании, м^3;

h - высота щита, м;

$l_н$ и $l_п$ - длина песчаных отложений, накапливаемых по отдельности с обеих сторон щитов, постепенно засыпаемых, м;

a и b - крутизна отложения песка с наветренной и подветренной сторон щита, в градусах.

Расстояние между рядами защит может быть определено по формуле

$$l = \frac{h}{\sin \alpha},$$ где

(13.9)

h - высота надземной части защиты, м;

a - крутизна наветренного склона в градусах.

Общий расход ветропесчаного потока (г/мс) определяют по формуле, полученной на основе опытных данных [30]:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Q @ $0{,}10(V_ф - 5{,}4)^3$, где
(13.10)

$V_ф$ - скорость ветра по флюгеру метеостанции, расположенному на высоте 10 м. Количество переносимого песка (г/м) за время действия ветра t равно:

$G = Q \times t = 0{,}10(V_ф - 5{,}4)^3 t.$
(13.11)

Количество перенесенного песка за месяц (или за год G_t) по данному направлению ветрами всех скоростей $V_{фi}$ равно сумме переносов песка ветрами каждой скорости G_{vi}, т.е.

$$G_t = \sum_1^i G_{vi}.$$
(13.12)

При возникновении косых ветров, угол атаки которых b меньше 90°, расход песка на единицу длины определяется по формуле

$Q_1 = Q \times \sin b.$
(13.13)

Пылеватые пески и лессовидные грунты, из которых возводят земляное полотно автомобильных дорог в пустынных районах, легко подвергаются водной эрозии. В результате земляное полотно размывается дождевыми водами.

Основной вид борьбы с эрозией земляного полотна - укрепление песка на обочинах и откосах связным грунтом слоем 15 см или оптимальной смесью песка и суглинка или песком, обработанным битумной эмульсией. Особенно опасны по размыву вогнутые кривые в продольном профиле. В таких местах увеличивают толщину защитного слоя грунта и на откосах устраивают лотки для стока ливневых вод в виде железобетонных желобов или лотки укрепляют вяжущими материалами.

Там, где позволяют климатические условия, для укрепления откосов создают покров посевом многолетних трав.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ГЛАВА 14. Озеленение автомобильных дорог

14.1. Классификация видов озеленения автомобильных дорог

Озеленение автомобильных дорог разделяют на два основных вида: защитное и декоративное.

К защитному озеленению относят: снегозащитное озеленение; противоэрозионное озеленение; пескозащитное озеленение; шумо-газо-пылезащитное озеленение.

К декоративному относят озеленение, используемое для архитектурно-художественного оформления автомобильных дорог.

Снегозащитное озеленение создают для защиты дорожного полотна от снежных заносов. Этот вид озеленения применяют в виде одной или нескольких полос, а при небольших объёмах снегоприноса - в виде живых изгородей из ели или кустарников.

Снегозащитная лесная полоса состоит из нескольких рядов деревьев и кустарниковой опушки, расположенной с полевой стороны. Живая изгородь представляет собой густую двухрядную посадку деревьев или кустарников, которой путём систематической стрижки придают определённые высоту, плотность и форму.

По своему действию снегозащитные посадки представляют собой объемную преграду, внутри и вблизи которой снижается скорость ветра и происходит отложение снега.

Противоэрозионное озеленение применяют для защиты дорог от разрушительного воздействия стока атмосферных осадков и дефляционных ветров. Эрозии подвержены в основном незащищенные грунтовые поверхности обочин, откосов и водоотводных канав. Особенно низкая противоэрозионная устойчивость характерна для таких грунтов как: мелкозернистые пылеватые пески, пылеватые суглинки и глины, лессы и лёссовидные суглинки, мергелистые грунты с большим содержанием глинистых частиц.

Прилегающие к дорогам дефлируемые участки песков без предупредительных мероприятий могут привести к заносам проезжей части.

Одной из эффективных мер противоэрозионной защиты грунтовых поверхностей является создание на них растительного покрова из трав с развитой корневой системой, которая проникает на глубину 20 см и более и в результате образует

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

плотный и прочный дерновой слой. Создаваемый травяной покров помимо защитных функций является элементом эстетического оформления дороги.

К противоэрозионному относят также озеленение, используемое для защиты дорог от разрушительного действия растущих оврагов, размыва и разрушения селевыми потоками, а также с целью борьбы с оползнями. Такие насаждения создают в каждом случае по специально разработанному проекту.

Пескозащитное озеленение служит для защиты автомобильных дорог от песчаных заносов и включает создание древесно-кустарниковых насаждений (по схемам, аналогичным снегозащитным), а также закрепление прилегающих к дороге песков посевом трав. Пескозащитное озеленение изложено в разделе 13.8.

Пески закрепляют растительностью: по обе стороны дороги, если ось совпадает с направлением движения песков или составляет с ним угол меньше 30°; только с наветренной стороны дороги, если пески имеют явно выраженное наступательное движение, направленное под утлом большем 30° к оси дороги, и заносы с противоположной стороны невозможны.

При закреплении песков растительностью вспомогательными средствами, приостанавливающими движение песков на период прорастания семян и укрепления корневой системы растений, служат механические защиты, розлив вяжущих материалов или другие способы фиксации поверхности песков.

Шумо-газо-пылезащитное озеленение создают на участках дорог, проходящих через населенные пункты или вблизи них, рядом с территориями курортных зон, лечебных заведений, заповедников, заказников, национальных парков, а также через угодья, предназначенные для выращивания ценных сельскохозяйственных культур и др. Такой вид озеленения представляет собой плотную многорядную посадку специально подобранных древесно-кустарниковых пород и является эффективным препятствием на пути распространения шума, выхлопных газов и скапливающейся на дорожном покрытии пыли.

Декоративное озеленение преследует цель усиления связи автомобильной дороги с окружающей природой. Оно включает в себя не только посадку новых деревьев и кустарников, но и сохранение на придорожной полосе существующей растительности, дополнение её новыми посадками, органически вписываясь в окружающий ландшафт или маскируя непривлекательные места.

Вместе с тем декоративные посадки применяют и для обеспечения безопасности движения: обозначение трассы дороги на большом расстоянии, особенно за пределами фактической видимости поверхности проезжей части; предупреждение водителей о примыканиях и перекрёстках и др.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

По выполняемой роли и расположению декоративные посадки разделяют на основные посадки вдоль дороги (аллейные или рядовые), групповые посадки и смешанные (т.е. сочетающие основные и групповые посадки).

14.2. Снегозащитные лесонасаждения

Снегозащитные лесонасаждения являются наиболее надежным, экономичным и долговечным видом постоянной снегозащиты. К их недостаткам относят: размещение на значительных земельных площадях вдоль дорог, длительный срок от посадки до включения в полную работу, необходимость постоянного ухода.

Различают снегозащитные лесонасаждения в виде одно- и двухрядных живых изгородей, многорядных лесных полос и кулисных лесонасаждений.

Живые изгороди - это одно- или двухрядные густые посадки высотой 2-3 м, работающие по принципу плоской просветной преграды. Живые изгороди создают из одной породы кустарников или низкорослых деревьев, которые легко переносят стрижку для придания ряду кустарников определенной формы. Таких, например, как боярышник, акация, сирень, можжевельник и др.

При большом протяжении живой изгороди через некоторый промежуток одну породу кустарников или деревьев заменяют другой, чтобы избежать массового поражения грибковыми заболеваниями или вредными насекомыми, а также монотонного вида изгороди.

Различают живые изгороди однополосные однорядные, однополосные двухрядные и двухполосные четырехрядные.

Канд. техн. наук В.А. Пастернацкий разработал схемы снегозадерживающих еловых изгородей снегоемкостью от 50 до 150 $м^3$/пог. м (рис. 14.1). Опыт эксплуатации показал их высокую эффективность. Посадка изгородей осуществляется саженцами ели с комом земли. Высота саженцев - 0,8-1,0 м. Изгороди создаются по изреженной схеме: расстояние между рядами 3 м, между саженцами в ряду - 1,5 м.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

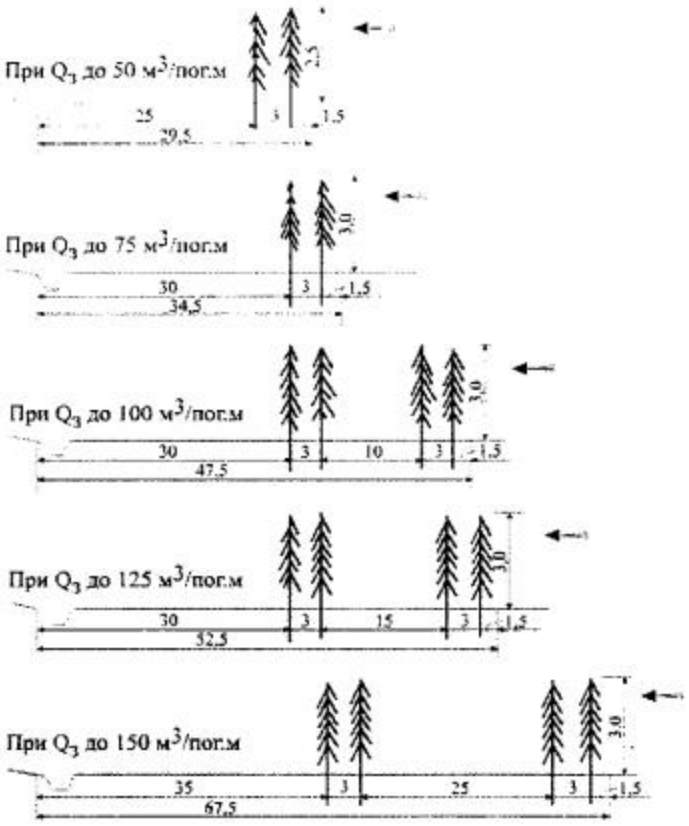


Рис. 14.1. Схемы снегозадерживающих еловых изгородей

Этот способ посадки еловых изгородей позволил в 1,5-2 раза снизить затраты на устройство таких защит, улучшить их аэродинамические свойства и механизировать уход за насаждениями. Применение саженцев высотой 0,8-1,0 м на 7-8 лет ускоряет срок вступления изгородей в работу по снегозадержанию. При размещении изгородей на расстоянии 30-35 м от бровки земляного полотна полностью используется снегоёмкость еловых защит и исключается угроза отложения шлейфа вала, задержанного изгородью, на дорогу.

Снегоёмкость однополосных живых изгородей из кустарников

$$Q_П = 7 \times H^2, \text{ м}^3/\text{пог. м.} \quad (14.1)$$

Снегоёмкость однополосных двухрядных изгородей

$$Q_П = 7 \times H^2 + 0{,}8 \times H \times b, \text{ м}^3/\text{пог. м, где} \quad (14.2)$$

H - высота деревьев, м;

b - расстояние между рядами, равное 2-3 м.

Опыт показывает, что практически снегоёмкость однорядных живых изгородей составляет 25-40 м^3/пог. м, двухрядных около 50 м^3/пог. м, и двухполосных четырёхрядных до 100 м^3/пог. м.

Надёжность работы любого снегозащитного насаждения N определяют отношением его снегоёмкости ($Q_П$ м^3/пог. м к максимальному объёму снегоприноса к ограждаемой стороне дороги ($W_{сд}$ м^3/пог. м), то есть.

$$N = \frac{Q_П}{W_{сд}}.$$

(14.3)

При $N > 1$ участок дороги считается полностью защищенным от снежных заносов.

Снегозащитная лесная полоса представляет собой объёмную преграду для снеговетрового потока, состоящую из нескольких рядов деревьев и двухрядной кустарниковой опушки, размещённых параллельно дороге на определённых расстояниях. Лесные полосы формируют из нескольких групп растений: низких кустарников высотой до 2 м; высоких кустарников высотой до 4 м; низкокронных деревьев высотой до 15 м и высококронных деревьев высотой до 25 м. Общее число рядов в лесной полосе составляет от 4 до 9.

По законам аэродинамики в поперечном профиле лесная полоса должна быть обтекаемой: с наружной (наветренной) стороны высота деревьев плавно увеличивается, с внутренней (подветренной) стороны высота деревьев резко уменьшается.

Снегозадерживающая способность и снегоёмкость зависят от ширины лесополос и высоты деревьев. Чем выше деревья и больше их плотность, тем больше отлагается снега в лесополосе. Однако при высоте снежных отложений более 2,5 м в лесополосах деревья и кустарники начинают ломаться под тяжестью снега. С увеличением рядов деревьев возрастает объём отложений снега непосредственно в лесополосе и в подветренном шлейфе. Чтобы полностью задержать снег, приносимый к дороге $W_{сд}$, лесополоса должна иметь ширину

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$B = \frac{W_{сд}}{h_{ср}} - 8 \cdot h_{ср}, \text{ м,}$$

где

(14.4)

$h_{ср}$ - средняя высота снегоотложений в лесополосе, принимаемая от 1 до 2,5 м.

Расстояния от бровки земляного полотна до придорожной лесной полосы определяют в зависимости от объёма снегоприноса

$$L = 20 + 0{,}25 W_{сд}.$$

(14.5)

Правильный выбор расстояния от бровки земляного полотна до лесополосы имеет особое значение. Если это расстояние меньше, чем длина снежного шлейфа, дорога будет занесена снегом при метели большой интенсивности. Удаление многорядных посадок от дороги на большее расстояние приводит к неэффективному использованию земель.

Расстояние между рядами деревьев и кустарников в лесной полосе должно быть одинаковым, и в благоприятных лесорастительных условиях принимается в размере 2,5 м, а в тяжёлых условиях - 3-3,5 м. Расстояние между растениями в ряду кустарников допускается в пределах 0,5-1,0 м в ряду деревьев 1-2 м. При большой длине снегозащитной лесной полосы, расположенной на сельскохозяйственных угодьях, необходимо устраивать технологические разрывы (по 10-15 м) через каждые 800-1000 м для прохода сельскохозяйственных машин.

Типовые схемы снегозащитных насаждений, рекомендуемые для применения на автомобильных дорогах при объёмах снегоприноса до 250 м^3/м, показаны на рис. 14.2. При объёме снегоприноса до 25 м^3/м применяется двухрядная посадка в виде живой изгороди. При больших объёмах снегоприноса применяют лесные полосы со следующим числом рядов: при снегоприносе до 50 м^3/м - четырёхрядные; до 75 м^3/м - пятирядные; до 100 м^3/м - шестирядные; до 125 м^3/м - семирядные; до 150 м^3/м - восьмирядные; до 200 м^3/м - девятирядные; до 250 м^3/м - две шестирядных полосы с разрывом между ними. В каждой лесной полосе первый ряд со стороны поля создается из низких кустарников, второй ряд - из высоких кустарников, остальные ряды - из древесных пород.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

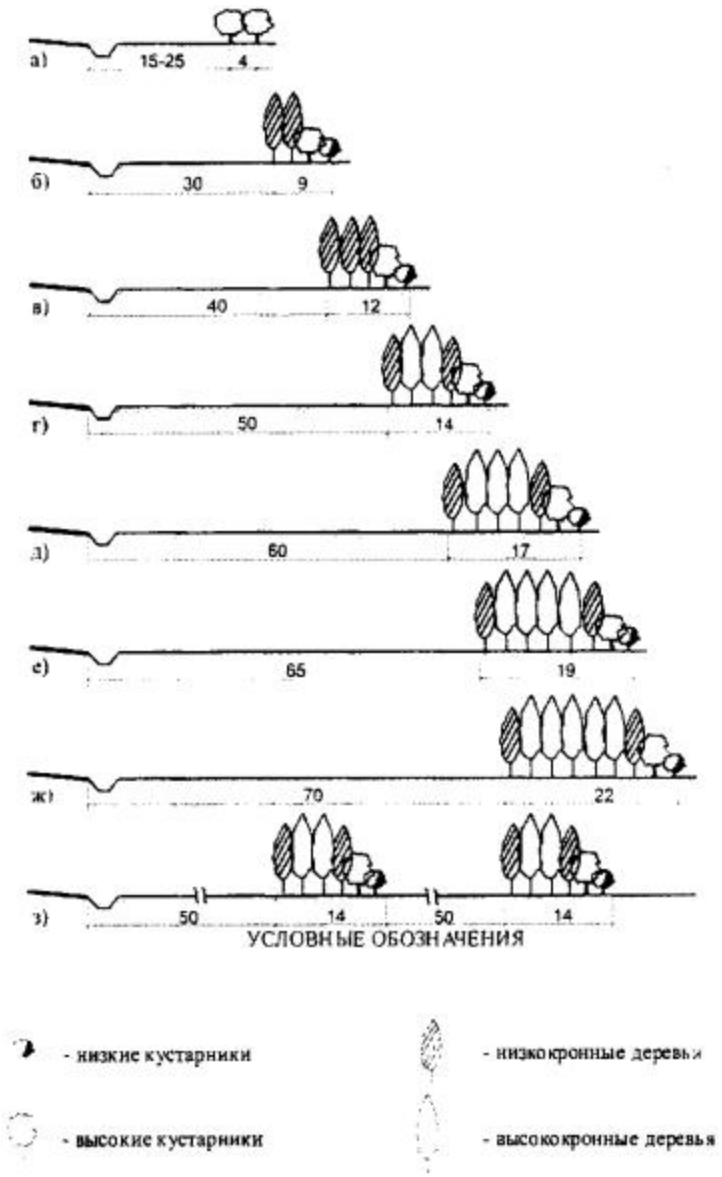


Рис. 14.2. Типовые схемы снегозащитных лесных насаждений вдоль автомобильных дорог при объеме снегопереноса ($м^3$/м):
а – до 25; б - до 50; в - до 75; г -до 100; д - до 125; е - до 150; ж – до 200; з - до 250

При объёмах снегоприноса до 350 $м^3$/м и до 500 $м^3$/м Казахский филиал Союздорнии рекомендует применять (соответственно) двухполосные и трехполосные снегозащитные насаждения с увеличенными межполосными разрывами и расстояниями от дороги. Рекомендуемые значения расстояний и число рядов деревьев и кустарников в полосах показаны на рис. 14.3.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

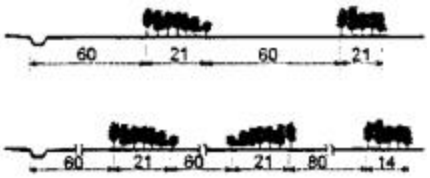


Рис. 14.3. Схемы снегозащитных насаждений при объёмах снегоприноса до:
а – 350 м^3/м; б – 500 м^3/м

Конструкция полосы определяется типовой схемой снегозащитных насаждений (см. рис. 14.2), на основе которой выбирается рабочая схема полосы для каждого конкретного случая. Рабочую схему составляет проектная организация. Она определяет состав древесных и кустарниковых пород, их размещение по рядам, а также количество рядов, ширину междурядий и размещение растений в рядах.

Расстояние от бровки земляного полотна до придорожной снегозащитной полосы, ширина лесных полос и величина разрывов между полосами при объёмах снегоприноса до 250 м^3/м определяется по рис. 14.2 и табл. 14.1.

В связи с возможностью переноса снега под углом по отношению к оси дороги снегозащитные полосы устраивают длиннее защищаемого участка на 50-100 м. В условиях снегоприноса более 100 м^3/м эта величина должна быть обоснована расчётом для ветров под углом более 30° с учётом расстояния между полосой и защищаемым участком дороги.

Таблица 14.1

Размещение лесных полос в зависимости от объёма снегоприноса

Расчётный объём снегоприноса, м^3/м	Расстояние от бровки земляного полотна до лесонасаждений, м	Ширина разрыва между лесонасаждениями	Ширина полос отвода земель для лесонасаждений, м
10-25	15-25	-	4
50	30	-	9
75	40	-	12

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

100	50	-	14
125	60	-	17
150	65	-	19
200	70	-	22
250	50	50	2´14

Для обеспечения видимости на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог в одном уровне снегозащитные полосы размещают в соответствии с рис. 14.4. Расчётные расстояния видимости поверхности дороги L_a, $L_в$ должны соответствовать расчётным скоростям движения на пересекающихся дорогах и принимаются по табл. 14.2, а ширина примыкающей к дороге полосы, обеспечивающая боковую видимость $L_б$, должна составлять 25 м (от кромки проезжей части) для дорог I-III категорий и 15 м для дорог IV и V категорий.

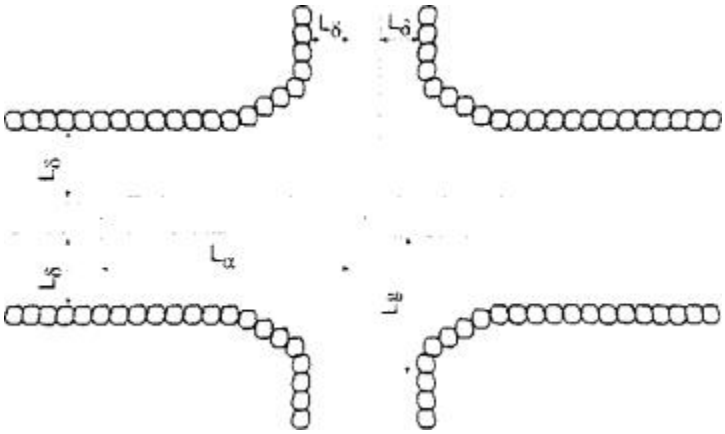


Рис. 14.4. Схема расположения лесных полос для обеспечения видимости на пересечениях автомобильных дорог

Таблица 14.2

Расчётные расстояния видимости поверхности дороги (L_a, $L_в$), м

Расчётная скорость движения, км/ч	Расчётные расстояния видимости, м

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

150	250
120	175
100	140
80	100
60	75
50	60
40	50
30	40

Подбор древесных и кустарниковых пород осуществляют с учётом их снегозащитных свойств, биологических особенностей, а также лесорастительных условий местности. Из этих свойств наиболее важным являются густое ветвление и плотность крон в зимнее время, неподверженность снеголому, интенсивное возобновление побегов после рубки и обрезки, хорошее порослевое возобновление, быстрый рост в первые годы после посадки. Вместе с тем следует учитывать солевыносливость и газоустойчивость подбираемых пород.

Рекомендуемый ассортимент основных пород и область их применения приведены в табл. 14.3, характеристики основных древесных пород и кустарников по степени солевыносливости - в табл. 14.4.

Таблица 14.3

Рекомендуемый ассортимент древесных пород и кустарников для создания защитных насаждений вдоль автомобильных дорог в различных природных зонах

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Породы	Природные зоны			
	лесная	лесо-степная	степная	сухо-степная
Низкие кустарники (высота до 2 м)				
Шиповник	*	*	*	*
Таволга городчатая (спирея)	-	*	*	*
Таволга средняя (спирея)	*	*	*	*
Таволга рябинолистная (спирея)	*	*	*	*
Дерен сибирский	*	*	-	-
Дерен красный	-	-	*	*
Жимолость татарская	*	*	*	*
Высокие кустарники (высота от 2 до 4 м)				
Горловина	-	*	*	-
Ива пурпурная	*	*	-	-
Ирга круглолистная	*	*	*	*
Карагана древовидная (акация желтая)	*	*	*	*

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Клен татарский	*	*	*	*
Лещина	*	*	-	-
Лох узколистный	-	-	*	*
Лох крупноплодный	-	-	*	*
Облепиха	*	*	-	*
Сирень обыкновенная	*	*	*	-
Скумпия	-	*	*	*
Тамарикс	-	-	-	*
Низкокронные деревья (высота до 15 м)				
Берест	-	*	*	*
Вяз приземистый	*	*	*	*
Клен ясенелистный	-	-	*	*
Клен полевой	-	-	*	*
Шелковица белая	-	-	*	*
Высококронные деревья (высота от 15 до 25 м)				

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Вяз обыкновенный	-	-	*	*
Гледичия	-	-	*	*
Дуб черешчатый	*	*	*	*
Ель обыкновенная	*	*	-	-
Лиственница сибирская	*	*	*	-
Сосна обыкновенная	*	*	*	*
Тополя:				
Канадский	*	*	*	*
Бальзамический	*	*	*	*
Белый	-	-	*	*
Ясень ланцетный	-	-	*	*

П р и м е ч а н и я: [*] - пригодность древесной породы и кустарника для данной зоны;

[-] - непригодность древесной породы и кустарника для данной зоны.

Таблица 14.4

Характеристика основных древесных пород и кустарников по степени солевыносливости

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Породы	Степень солевыносливости			
	наиболее солевыносливы	солевыносливы	слабосолевыносливы	очень слабосолевыносливы
Низкие кустарники				
Шиповник	*			
Спирея городчатая		*		
Терескен серый	*			
Жимолость татарская	*			
Высокие кустарники				
Дерен красный	*			
Карагана древовидная (акация желтая)	*			
Клен татарский		*		
Лох узколистный	*			
Облепиха				*
Скумпия	*			

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Тамариск		*		
Низкокронные деревья				
Берест		*		
Вяз приземистый	*			
Клён ясенелистный		*		
Клён полевой	*			
Шелковица белая		*		
Высококронные деревья				
Акация белая		*		
Гледичия обыкновенная		*		
Сосна обыкновенная		*		
Тополь белый		*		
Ива белая				*
Дуб черешчатый		*		
Вяз обыкновенный			*	

Вяз перистоветвистый				
Ясень обыкновенный			*	
Ясень ланцетный		*		
Ясень остро плодный	*			
Ясень пушистый	*			
Лиственница сибирская				*

14.3. Принципы назначения и улучшения основных показателей снегозадерживающих лесонасаждений

Снегозадерживающие лесные полосы (насаждения) являются инженерными сооружениями, показатели работ и характеристики которых должны быть назначены исходя из расчётного объёма снегоприноса к ограждаемой стороне дороги.

Снегозащитные насаждения оценивают двумя главными показателями: снегозадерживающая способность и снегосборность.

Снегозадерживающая способность - это способность полосы (или другой снегозащитной преграды) задерживать и откладывать ту или иную долю снега, приносимого метелевым потоком.

Количественно снегозадерживающая способность характеризуется **коэффициентом задержания**

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$P = \frac{J_П}{J_o},$$ где
(14.6)

$J_П$ - количество снега, отложившегося в зоне действия преграды;

J_o - количество снега, принесённого к преграде.

Для надёжных снегозащитных насаждений коэффициент задержания принимают равным 0,95, что означает, что 95 % приносимого снега должно быть задержано снегозащитным насаждением.

Снегосборность или снегосборная способность - это предельное количество снега, которое может собрать снегозащитная преграда при условии, что коэффициент задержания не окажется ниже допустимой величины.

Снегозащитные насаждения должны обеспечивать снегосборность, равную или больше максимального объёма снегоприноса. Снегозащитные свойства насаждений можно регулировать путём подбора их конструктивных параметров: высоты деревьев, густоты кроны и ее распределения по высоте, числа рядов деревьев и расстояний между рядами; расстояния между деревьям и внутри ряда.

Формирование снежного вала во время метели происходит от полевой кустарниковой опушки.

Высота снежного вала в пределах полосы не должна превышать 3 м, иначе в процессе оседания снега при таянии произойдёт механическое повреждение деревьев и кустарников (снеголом), в результате чего снижаются защитные свойства лесополосы. С увеличением высоты насаждений увеличивается длина ветровой тени, которая образуется за насаждениями. Вместе с этим возрастает и их **снегосборная способность**. Однако высокие насаждения способны образовывать длинный вал, который может выйти на дорогу.

Расстояние от бровки земляного полотна до внутреннего края снегозащитной лесополосы колеблется от 8 до 25 высот деревьев (с запасом часто принимают 30 высот деревьев).

Такие большие колебания объясняются тем, что длина снежного вала зависит во многом от просветности и снегозадерживающей способности лесополосы.

Густота (плотность) насаждений влияет на форму и объем снегоотложений.

При уменьшении густоты насаждений наветренный шлейф снежных отложений сначала уменьшается, а потом исчезает совсем, а подветренный шлейф вытягивается и отодвигается от посадок.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Очень густые насаждения работают как **сплошная преграда** и имеют пониженную снегосборность.

При недостаточной густоте насаждения слишком проницаемы и тоже работают не вполне эффективно. Поэтому снегозащитная лесополоса должна иметь достаточную плотность и малую продуваемость. Обязательным элементом каждой полосы должна быть густая двухрядная кустарниковая опушка.

Распределение густоты (плотности) насаждений по вертикали оказывает большое воздействие на снегозащитные свойства насаждений.

Насаждения, имеющие большую плотность в верхней части и сплошные просветы в нижней части, образуют длинный снежный вал пологой формы.

Большие просветы могут создаваться со временем по мере роста деревьев, когда их крона поднимается вверх и нижний ярус оголяется, что ухудшает работу насаждений при низовых метелях.

Для сохранения защитных свойств насаждений необходимы специальные агротехнические и реконструктивные меры.

Число рядов деревьев и кустарников в лесной полосе влияет на продуваемость насаждений. При большом числе рядов полоса плотная, малопроницаема для ветра. С увеличением числа рядов снежный вал приобретает более крутую форму, приближается к полосе, а затем вступает в её пределы. Поэтому в насаждениях с большим числом рядов часто наблюдаются случаи снеголома.

При малом числе рядов снежный вал становится вытянутым, удалённым от полосы и может выйти на дорогу.

Ширина междурядий в пределах от 1 до 3 метров практически не влияет на снегозадерживающие свойства лесополос. Но при ширине междурядий меньше 1 м и больше 3 м существенно изменяются условия роста растений, а следовательно, их высота, густота ветвления, которые влияют на снегозадерживающую способность насаждений.

В настоящее время ширину междурядий принимают 2,5-3,0 м исходя из удобства механизированного ухода за насаждениями снегозащиты дорог. Это позволяет в 1,5-3 раза сократить площадь отводимых земель и затраты на создание посадок.

Методика расчёта параметров снегозащитных насаждений, разработанная канд. техн. наук В.А. Пастернацким, состоит в следующем.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для надёжной защиты дорог от снежных заносов насаждения должны иметь плотность стволов деревьев и кустарников 0,8-1,2 или обеспечивать снижение скорости ветра на 60-70 %. При этом у насаждений высотой до 4 м высота от поверхности земли до ветвей кроны не должна превышать 1 м, а у насаждений высотой более 4 м она должна быть не менее 1 м.

Плотность стволов *R* рассчитывают по формуле:

$$R = \sum_{1}^{n} \frac{D \cdot N}{L_{П}},$$ где

(14.7)

n - количество древесных и кустарниковых пород в насаждении;

D - средний диаметр стволов на высоте 1,3 м, м;

N - число стволов данной породы в насаждении;

$L_{П}$ - фронтальная длина насаждения, в котором произведён учёт стволов. Она должна быть не менее 50 м.

Высота, до которой обеспечивается непрерывность требований по плотности, соответствует «рабочей» высоте снегозащитных насаждений. Она равна минимальной высоте деревьев или кустарников, на долю которых приходится не менее 75 % от требуемой плотности, или максимальной высоте снежного вала, формирование которого происходило при характерной для данной местности скорости метелевых ветров.

Требуемую «рабочую» высоту проектируемых насаждений рассчитывают по формуле

$$h_{р} = 0{,}32\sqrt{Q_{сн}} + H_{с},$$ где

(14.8)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$Q_{сн}$ - максимальный объём снегоприноса к ограждаемому участку дороги, м^3/м;

H_c - средняя из максимальных высота снежного покрова в защищенном месте, м.

Минимально допустимое удаление посадок от дороги, при котором шлейф снежных отложений не выйдет на проезжую часть дороги, устанавливают по коэффициенту реализации снегосборности K_p.

$$K_p = \frac{Q_{сн}}{10 \cdot h_p^2},$$ где

(14.9)

K_p - значение коэффициента реализации снегосборности при увеличении расстояния от первого (наветренного) ряда насаждения в сторону дороги на величину, кратную h_p.

После расчёта K_p по табл. 14.5 определяют расстояние, выраженное в h_p, и исходя из фактической высоты «рабочей части» рассчитывают это расстояние в метрах.

Таблица 14.5

Значение коэффициента K_p

Конструкция снегозадерживающего насаждения	Расстояние, кратное h_p							
	2	4	6	8	10	12	14	16
1-2-рядные насаждения из ели или можжевельника	0,20	0,37	0,52	0,68	0,82	0,90	-	-
3-8-рядные насаждения из лиственничных пород	0,05	0,15	0,28	0,45	0,60	0,75	0,85	0,95

При подходе метелевых ветров с максимальным объёмом снегоприноса к фронту насаждения под углом меньше 90° вычисленное расстояние умножают на синус этого угла.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В тех случаях, когда значение K_p > 0,9, следует проектировать двухполосное насаждение. Если K_p > 1,8 - трёхполосное и т.д.

Плотность и «рабочую» высоту проектируемых насаждений устанавливают на основании обследования придорожных снегозащитных посадок в конкретных условиях произрастания. При отсутствии таких насаждений следует исходить из того, что плотность одного ряда древесных пород равна 0,13, а одного ряда высоких кустарников - 0,28. «Рабочую» высоту принимают равной 3 м.

Плотность насаждений должна возрастать по высоте. Поэтому в снегозащитные насаждения необходимо вводить не менее двух рядов высоких кустарников. В остальные ряды желательно высаживать низкокронные или теневыносливые древесные породы. Общее количество рядов в снегозащитных насаждениях такой конструкции находится в пределах от 3 до 8.

Применение низкорастущих кустарников, а также высококронных светолюбивых древесных пород для целей снегозащиты, если не преследуются почвозащитные, декоративные и другие цели, нежелательно.

Насаждения из хвойных пород корректируют посадкой одного ряда ели или двух рядов можжевельника.

В еловых посадках стрижку предусматривают до высоты, позволяющей использование механизмов. В случае отмирания нижних ветвей до высоты, превышающей 1 м, следует произвести посадку второго ряда ели.

Повышение эффективности существующих снегозащитных лесонасаждений. В процессе многолетней работы существующие лесонасаждения могут значительно снизить или потерять некоторые или все снегозащитные свойства.

Наиболее часто в процессе эксплуатации возникают следующие недостатки снегозащитных лесонасаждений:

недостаточная снегозадерживающая способность, вследствие чего большая часть снега проносится через насаждения и откладывается на дороге;

недостаточная снегосборность, вследствие чего лесополоса рано зарабатывается и не задерживает (не вмещает) весь объём снега, приносимого к дороге;

шлейф снега выходит на дорогу.

Все отмеченные недостатки способствуют образованию снежных заносов на дорогах.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Во всех случаях, когда снегозащитная полоса не выполняет свои снегозащитные функции, должны быть предусмотрены мероприятия по её усилению путём увеличения ширины или создания дополнительных полос. Типовые схемы размещения дополнительных полос в сочетании с усилением существующих придорожных посадок принимают в соответствии с объёмом снегопереноса (рис. 14.5). Величина параметров l_1; l_2 и d зависит от ширины существующей полосы C, её расстояния до дороги l и ширины дополнительных лесных полос a.

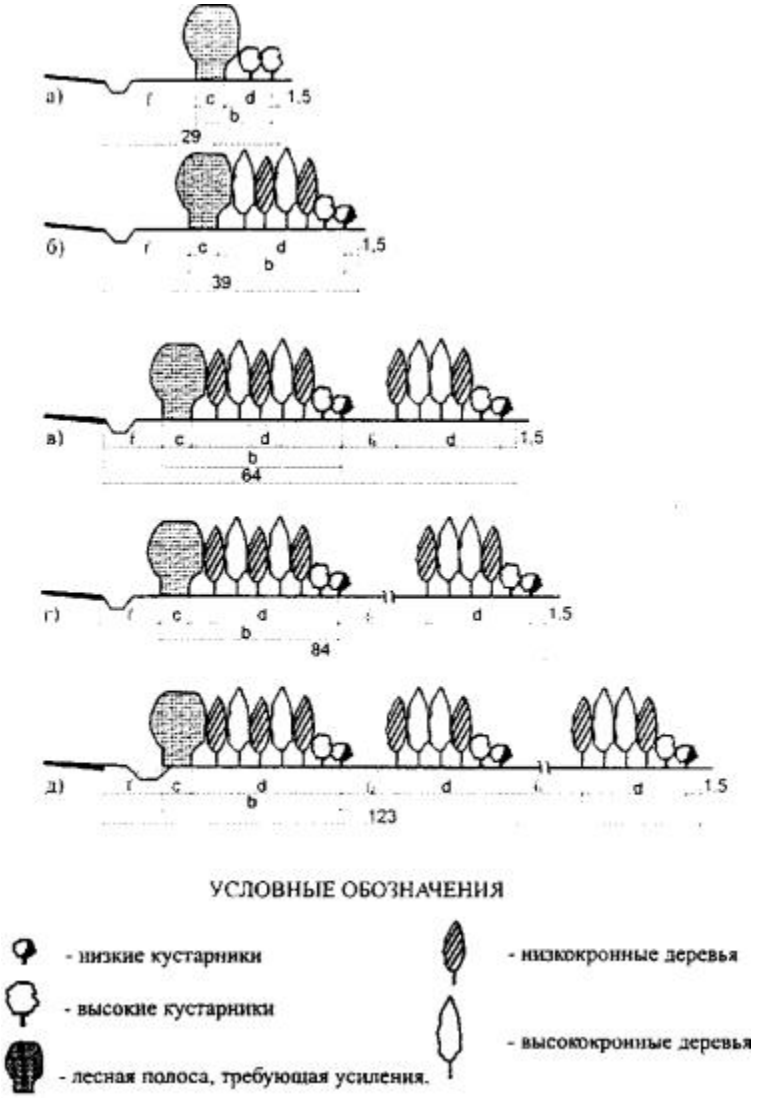


Рис. 14.5. Типовые схемы усиления существующих снегозащитных лесных насаждений вдоль автомобильных дорог при объеме снегопереноса ($м^3$/м):
а - до 25; б - до 50; в - до 100; г - до 150; д - до 250

Ассортимент древесных и кустарниковых пород и их размещение в дополнительных лесных полосах и при уширении существующих насаждений

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

принимают в соответствии с изложенными выше требованиями по созданию новых снегозащитных полос.

Выбор типовой схемы усиления и ее параметров производится по результатам оценки состояния условий работы существующих лесонасаждений и определения их остаточной снегосборности.

При обследовании снегозащитных насаждений их подразделяют на четыре вида: еловые изгороди, кустарниковые, древесно-кустарниковые и хвойно-лиственные насаждения. Для расчета снегосборности в насаждениях производят пересчет растений на пробных площадях, измеряют диаметры на высоте 1,3 м, высоту до ветвей кроны у древесных пород и высоту кустарника. Если пересчёт выполнить невозможно, определяют сохранность по величине просветов в вертикальной плоскости насаждения.

Сохранность посадок определяют для приземного яруса защиты до высоты не более 6 м. Если в облиственном состоянии просветы отсутствуют, то сохранность составляет более 80 %. При наличии просветов до 10 % сохранность равна 60-80 %, при просветах 10-30 и 30-50 % сохранность равна соответственно 60-40 и 40-20 %. При величине просветов в приземном ярусе 50 % и более сохранность снегозадерживающего насаждения составляет менее 20 %.

Снегосборность существующих насаждений рассчитывают по формуле

$$Q = 10 \times H^2 \times K_1 \times K_2, \text{ где} \qquad (14.10)$$

H - высота еловых изгородей (включая хвойно-лиственные полосы), древесного и кустарникового яруса в древесно-кустарниковых лесополосах, м. Максимальное значение H при расчете снегосборности не должно превышать 4 м;

K_1 - коэффициент, учитывающий удаление посадок от дороги; значения K_1 приведены в табл. 14.6;

K_2 - коэффициент, учитывающий плотность или сохранность насаждений; значения K_2 приведены в табл. 14.7.

Таблица 14.6

Значения коэффициента K_1 (данные В.А. Пастернацкого)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Высота еловой изгороди, высоких кустарников и деревьев в древесно-кустарниковых насаждениях, м	Расстояние между снегозащитными насаждениями и дорогой, м							
	10	12	14	16	18	20	22	24
1	0,70	0,80	0,90	0,95	1,0	1,0	1,0	1,0
2	0,40	0,50	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
3	0,30	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
4	0,20	0,25	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60

Таблица 14.7

Значения коэффициента K_2 (данные В.А. Пастернацкого)

Вид насаждений	Плотность по диаметрам стволов				
	>0,6	0,5-0,6	0,3-0,5	0,2-0,3	<0,2
	Сохранность по просветности, %				
	>80	80-60	60-40	40-20	<20
Еловые изгороди и хвойно-лиственные	1	0,9	0,8	0,6	0,4
Из высоких кустарников	1	0,9	0,7	0,5	0,3
Древесно-кустарниковые	1	0,8	0,6	0,4	0,2

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

По разности между объёмом снегоприноса и снегосборностъю насаждений определяют мощность дополнительной снегозащиты.

Мероприятия по повышению эффективности работы существующих лесонасаждений назначают после выявления причин возникших недостатков.

Причиной недостаточной снегозадерживающей способности могут быть изреженные, повреждённые снегом лесонасаждения, их ранний возраст, отсутствие кустарниковой опушки, излишняя ветропроницаемость в нижней части. Последнее чаще всего происходит из-за того, что деревья выросли и нижняя часть очистилась от сучьев или из-за того, что кустарниковая опушка стала очень редкой.

Снегозадерживающую способность можно повысить увеличением густоты (плотности) деревьев и кустарников путём правильно выполненных рубок ухода или увеличением числа рядов в снегозащитных полосах.

Длина подветренного снежного шлейфа бывает больше расстояния посадок от дороги в случаях неправильного расположения насаждений (ближе допустимого расстояния от дороги), недостаточной густоты насаждений, вследствие чего удлиняется шлейф даже у посадок, расположенных на значительном расстоянии от дороги.

Укоротить подветренный шлейф можно, изменяя форму и расположение вала путем посадки дополнительных рядов деревьев и кустарников с полевой стороны полосы, а также повышением густоты насаждения и уменьшением их высоты при проведении конструктивных рубок ухода.

Обязательное усиление существующих полос путём увеличения ширины имеющихся насаждений применяется в двух случаях:

в насаждениях, расположенных на нормальных расстояниях от дороги, имеющих достаточную снегосборную способность, но имеющих недостаточную густоту по ярусам, если рубкой ухода её повысить невозможно;

в насаждениях, имеющих плотную конструкцию, но расположенных близко от дороги, и необходимо отодвинуть от дороги шлейф снега.

Увеличение ширины насаждений производится путём посадки или посева с полевой стороны небольших дополнительных рядов деревьев и кустарников (не более 6-7 рядов). Расстояние между дополнительными рядами принимают равным 2,5-3,3 м.

Плотность существующих лесных полос увеличивают путём посадки с полевой стороны дополнительных двух рядов кустарниковой опушки.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Если низкая плотность образовалась в верхнем ярусе за счёт изреженности высоких деревьев, высаживают дополнительно несколько рядов низкокронных и высококронных деревьев и двухрядную кустарниковую опушку.

14.4. Противоэрозионное и шумо-газо-пылезащитное озеленение

При создании противоэрозионного озеленения в виде плотного и прочного дернового слоя на прибровочной полосе обочин (0,5 м), на откосах и в полосе отвода автомобильных дорог руководствуются следующими требованиями [58]:

для образования устойчивых дерновых покрытий следует использовать виды трав, эколого-биологические свойства которых соответствуют почвенно-климатическим условиям местности в различных агроклиматических зонах;

используемые травосмеси должны обеспечивать полное покрытие поверхности почвы, стойкость к биологическому старению даже в позднем возрасте, устойчивость к болезням и вредителям, достаточную зимо- и морозоустойчивость, способность самовозобновляться без помощи или с минимальным участием человека, минимальные требования к уходу;

прибровочные полосы обочин, откосы насыпей и выемок, а также другие места в придорожной полосе, где предусматривают создание травянистого покрова, должны быть соответствующим образом подготовлены: очищены от посторонних предметов, строительного мусора, металлолома, нежелательной растительности (должны быть также выкорчеваны пни) и др. Однако во всех случаях необходимо предусматривать сохранение существующего плодородного слоя почв (в случае если верхний растительный слой почв отсутствует, его завозят из других мест и укладывают слоем толщиной 15-20 см с последующей планировкой).

При подготовке участка к посеву трав на распланированный ровным слоем растительный грунт (в осенний период) вносят необходимое количество органических и минеральных удобрений и вспахивают на полную глубину, благодаря чему создаются условия, способствующие уничтожению сорных растений и сохранению влаги в растительном слое; на завершающем этапе подготовительных работ необходимо подготовить «семенное ложе», т.е. поверхность, куда попадают семена при посеве (семена должны попасть на плотное ложе, прикрытое тонким слоем рыхлой почвы).

Посев семян должен выполняться в оптимальные сроки, которыми для большинства районов России является ранняя весна и ранняя осень (оптимальные осенние сроки обычно совпадают с принятыми в данном районе сроками посева озимых зерновых, в районах центра европейской части - это 10- 25 августа).

Семена следует высевать только в безветренную погоду, обеспечивая равномерность рассева с помощью специальных разбросных сеялок, в том числе и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ручных, целесообразно использовать метод гидропосева, при котором распределение семян осуществляется струей специальной эмульсионной смеси.

После посева разбросными сеялками семена должны быть заделаны с помощью грабель с заострёнными зубьями, а ещё лучше - проволочными граблями, затем рекомендуется покрыть засеянные участки слоем толщиной 0,5-1,0 см перегноя или торфа, не содержащих сорняков (на тяжёлых почвах целесообразно добавлять песок); покрытые участки должны быть обязательно прикатаны лёгким ручным катком.

При использовании травосмесей соблюдают тот же порядок с той разницей, что сначала высевают смесь крупных семян, а после их заделки граблями - смесь мелких семян, которые заделывают на меньшую глубину.

При посеве семян на откосах в целях предохранения их от смыва засеянные и прикатанные участки следует покрывать рогожами или мешковиной, что способствует ускорению появления всходов (при использовании метода гидропосева эта операция не требуется).

Гидропосев трав - способ защиты откосов земляного полотна автомобильных дорог от водной и ветровой эрозии путём создания сплошного травяного покрова на укрепляемых откосах. От обычного засева травами гидропосев отличается способом распределения посевного материала, при котором равномерное распределение семян трав по укрепляемой поверхности производится струей специальной эмульсионной смеси.

В состав эмульсионной смеси входят битумная эмульсия, мульчирующий материал, а также, в случае необходимости, удобрения и стабилизатор.

Распределенная битумная эмульсия и мульчирующий материал образуют на укрепляемом откосе земляного полотна временный защитный слой, в котором закреплены семена, что препятствует их смыванию и выдуванию в период отсутствия развитой корневой системы.

Временный защитный слой создает благоприятные условия для прорастания семян, так как препятствует интенсивному испарению влаги из грунта, способствует аккумуляции тепла в результате поглощения солнечной радиации, а также в случае необходимости может содержать питательные вещества или удобрения.

Образовавшийся защитный слой не препятствует прорастанию побегов, с течением времени при образовании сплошного травяного покрова разрушается и входит в состав дернового слоя. Толщина защитного слоя, гарантирующая образование на откосе однородного густого травостоя, должна быть не менее 1 см.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При необходимости создания травяного покрова на небольших площадях (например, на откосах у оголовков труб и др.) можно использовать метод одерновки, при котором получают защитно-декоративное покрытие в более короткие сроки по сравнению с посевом семян.

Уход за травянистым покровом заключается в периодическом осмотре, выявлении и устранении дефектов, в соблюдении режима полива, частоты и высоты скашивания травы. В первый год выявляют незасеянные участки и места, где всходы изрежены или отстают в росте, и устраняют причины плохого состояния посева, а также осуществляют пересев на соответствующей площади. В этот же период при длительном отсутствии дождей необходимо производить вегетационные поливы при расходе воды 1-2 $м^3$ на 100 $м^2$, пока не образовалась прочная дернина. Обязательным является осмотр откосов после ливневых дождей. Обнаруженные промоины засыпают грунтом и засевают травами. Если растения развиваются плохо и имеют бледно-зелёный или желтоватый цвет, необходимо производить подкормку их смесью минеральных удобрений из расчёта (кг/100 $м^2$) азотных 1,5-2, фосфорных 2-3, калийных 1,5-3 (подкормку и полив рекомендуется осуществлять гидросеялкой). В первый год жизни травы необходимо скашивать на одну треть при достижении ими высоты 20-30 см, не дожидаясь цветения (но не более двух раз в год, чтобы не ослабить растение), на второй и последующие годы скашивание выполняют по мере необходимости, поддерживая высоту травостоя не более 15 см (последнее скашивание производят не позднее чем за месяц до наступления заморозков).

Шумо-газо-пылезащитное озеленение. В соответствии с требованиями комплексной зашиты соответствующих придорожных территорий установлены следующие основные параметры защитных зелёных насаждений:

ширина полосы не менее 10 м;

высота деревьев должна составлять не менее 7-8 м;

высота кустарников должна составлять не менее 1,5-2 м.

Поперечный профиль защитной полосы должен иметь форму треугольника с более пологой стороной, обращенной к источнику загрязнения (т.е. к проезжей части дороги).

Схема размещения деревьев и кустарников в полосе показана на рис. 14.6.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

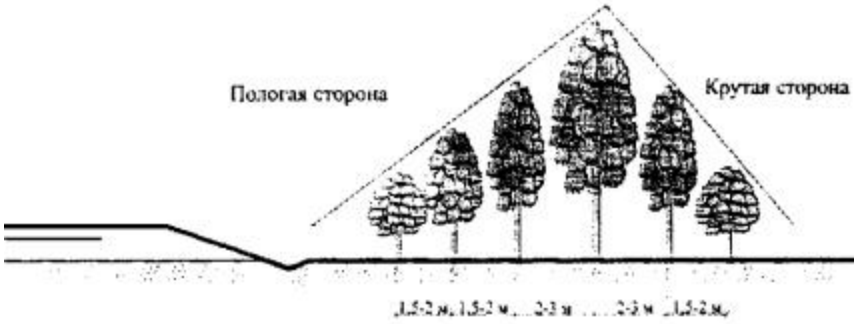


Рис. 14.6. Схема шумо-газо-пылезащитных насаждений:
1-й ряд от дороги - низкий кустарник; 2-й ряд от дороги - высокий кустарник; 3-й ряд от дороги - сопутствующая древесная порода; 4-й ряд от дороги - главная древесная порода; 5-й ряд от дороги - сопутствующая древесная порода; 6-й ряд от дороги - высокий кустарник

При подборе пород деревьев для создания шумо-газо-пылезащитной зеленой полосы необходимо учитывать их устойчивость к действию выхлопных газов автомобилей (табл. 14.8). Наибольшей устойчивостью обладают:

хвойные породы: лиственница сибирская;

лиственные породы: дуб, ясень ланцетный, липа, тополь, граб, шелковица, гледичия; кустарники: бирючина, гордовина, акация жёлтая, спирея, жимолость, шиповник.

Таблица 14.8

Характеристика основных древесных пород и кустарников по классам газоустойчивости

Породы		Степень газоустойчивости
хвойные	лиственные	
Сосна обыкновенная		Очень слабая
	Тополь белый, клён полевой, акация белая, облепиха	Слабая

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ель	Ясень обыкновенный, клёны татарский и остролистный, тополь бальзамический, жимолость татарская, берест, клен полевой, тополь белый	Средняя
Лиственница	Дуб черешчатый, ясень ланцетный, вяз, ива, акация жёлтая, сирень, скумпия, шелковица белая, ясени остроплодный и ланцетный, гледичия обыкновенная	Сильная
	Каркас, спирея, лохи узколистный и крупноплодный, тополя канадский, черный, бальзамический, дерен белый, шиповник, акация желтая, дерен красный	Очень сильная

Посадку целесообразно осуществлять крупномерными саженцами. Для улучшения условий выращивания насаждений предварительно производят обработку почвы, которая предусматривает: создание благоприятного водно-воздушного и теплового режимов почвы путём измельчения верхнего слоя и изменения его структурного состояния; улучшение питательного режима почвы; борьбу с засоренностью почвы.

Сроки проведения посадочных работ зависят от климатических и погодных условий, возраста и состояния посадочного материала. Оптимальные сроки посадок: весной - до распускания листьев и осенью - в период листопада.

Созданная в соответствии с действующими требованиями защитная лесная полоса характеризуется следующими показателями (табл. 14.9).

Шумо-газо-пылезащитные насаждения могут быть использованы в сочетании с земляными валами и экранами.

Таблица 14.9

Типы защитной полосы	Снижение уровня шума, дБА, при интенсивности движения, авт./час				Снижение концентрации отработавших газов, %
	200	600	1200	>1600	

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Трёхрядная полоса лиственных деревьев в рядовой конструкции с кустарником шириной 10 м	7	8	8	8	40-50
Четырехрядная посадка лиственных деревьев в рядовой конструкции с кустарником шириной 15 м	8	9	9	9	50-60
Четырёхрядная посадка хвойных деревьев шахматной конструкции с кустарником шириной 20 м	15	17	17	18	50-60
Пятирядная посадка лиственных деревьев в шахматной конструкции с кустарником шириной 20 м	16	18	18	19	60-70

14.5. Декоративное озеленение

К декоративным насаждениям относят посадки вдоль дорог, на разделительных полосах, у развилок, пересечений, примыканий, искусственных сооружений, а также насаждения у комплексов зданий дорожно-эксплуатационной службы, автобусных станций и площадок отдыха.

Требования к декоративному озеленению [58]. Декоративные древесные и кустарниковые посадки, которые являются одним из лучших средств архитектурно-художественного оформления придорожной полосы, размещают в каждом случае с учетом того, подвержен или не подвержен снежным заносам данный участок дороги. При этом возможны следующие случаи:

участок дороги заносимый, защищаемый искусственными устройствами (планочные шиты, заборы);

участок дороги незаносимый и защищенный посадками;

участок дороги незаносимый, расположенный на насыпи, превышающей расчётную высоту снежного покрова не менее чем на 1,2 м для дорог I категории; 0,7 м - II категории; 0,6 м - III категории; 0,5 м - IV и 0,4 для дорог V категории или в глубокой выемке;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

участок дороги незаносимый в связи с характером окружающих условий (близко расположен лес, постройки, другие преграды);

дороги, расположенные в климатической зоне, где весьма редки или вообще отсутствуют снегопады.

В первом случае при размещении декоративных посадок необходимо учитывать возможную закладку в будущем снегозащитных полос со стороны поля. Таким образом, декоративные посадки должны быть размещены так, чтобы в процессе своей работы не вызывали снежных заносов.

Во втором случае незаносимые участки дороги могут стать заносимыми, если густые и сплошные декоративные древесно-кустарниковые насаждения расположить на расстоянии ближе 20 м от земляного полотна.

При наличии работающих снегозащитных посадок декоративные насаждения можно размещать на свободной полосе, начиная от рядов живой защиты и завершая линией, проходящей на расстоянии 2,5 м от кювета.

В соответствии с существующими садово-парковыми стилями и местными условиями при декоративном озеленении применяют три основных приёма: регулярный (аллейные или рядовые посадки), ландшафтно-групповой (или свободный) и смешанный.

Регулярный приём предусматривает строго определённое размещение деревьев, кустарников или групп однообразного построения по прямым или правильным кривым линиям. Расстояние в рядах между отдельными растениями или их группами остаётся постоянным на протяжении данного участка оформления. Этот приём применяют на участках дорог, проходящих в равнинной местности, или при оформлении особо ответственных участков дорог, подъездов к городам и населённым пунктам, в самих населённых пунктах. Примеры использования регулярного приёма декоративного озеленения дорог показаны на рис. 14.7 и 14.8.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

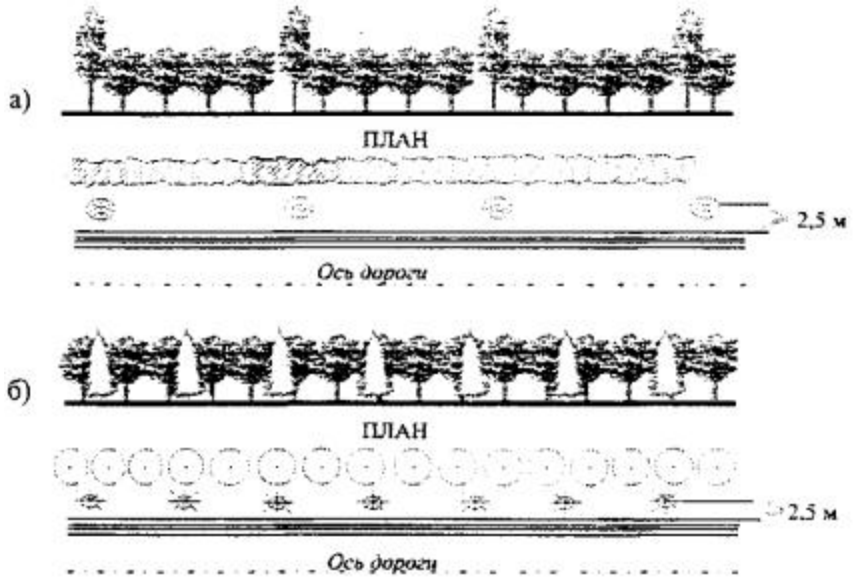


Рис. 14.7. Примеры регулярного декоративного озеленения автомобильных дорог:
а - лиственные породы; б - смешанные породы

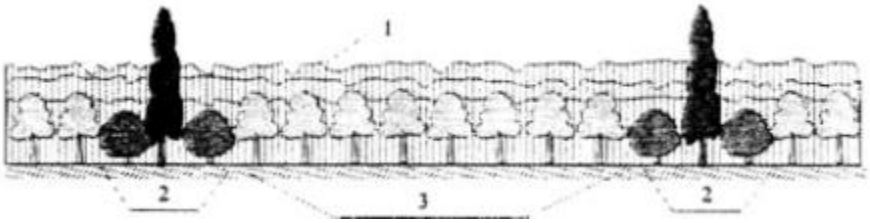


Рис. 14.8. Пример регулярного размещения декоративных деревьев на фоне монотонных снегозащитных лесных полос:
1 - снегозащитная полоса; 2 - декоративный акцент; 3 - регулярные декоративные посадки

Ландшафтно-групповой (или свободный) приём предусматривает свободное (живописное) размещение деревьев и кустарников в виде отдельных элементов и групп различного размера. Расстояния между группами, отдельными растениями и от дороги до них бывают самыми разнообразными (ограничиваются лишь полосой отвода).

Группы могут быть: крупные (15-20 м в поперечнике), средние (10-15 м) и малые (8-10 м). Крупные и средние группы создают из одной или нескольких пород деревьев и кустарников, малые из одной породы деревьев в сочетании с различными кустарниками.

Крупные группы размещают не ближе 80 м одна от другой, а средние и малые группируют около крупных, стараясь, чтобы расстояния между ними были разными. При этом крупные группы располагают на заднем плане, средние и малые

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

- на переднем. Группы с темной окраской листвы или хвои следует размещать ближе к дороге на фоне групп с менее темной окраской. Высокие растения размещают в середине групп, а менее высокие по периферии. Рекомендуемые расстояния между растениями в группах:

деревья - от 2 до 7 м, а при очень плотной посадке - от 1 до 2 м;

кустарники крупные - 1,2-2 м, средние - 0,8-1,2 м, мелкие - 0,4-0,8 м.

Растения с красивой окраской листьев, плодов, с эффектным цветением размещают на переднем плане. Ландшафтный способ размещения декоративных посадок наиболее распространён на дорогах в пересечённой местности (рис. 14.9, 14.10).

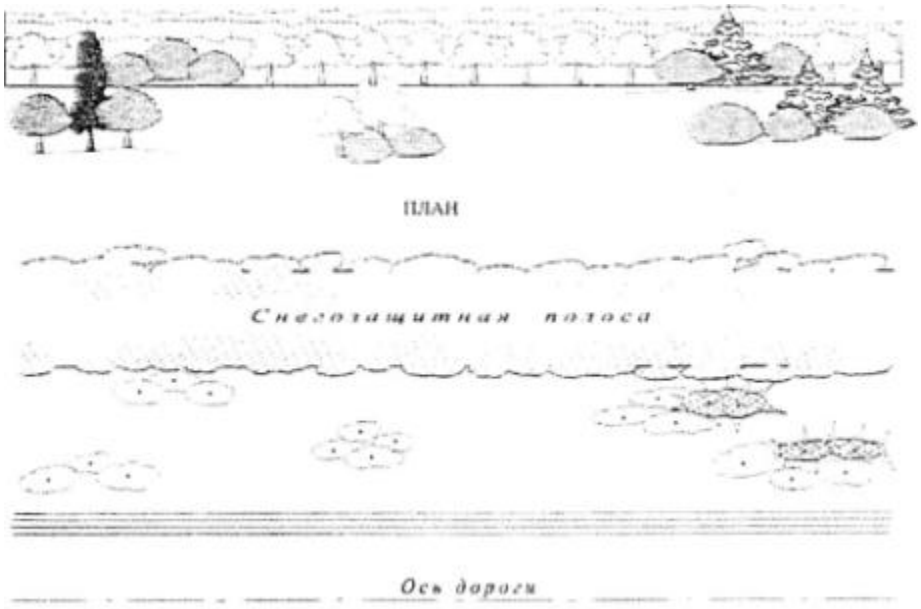


Рис. 14.9. Ландшафтно-групповой способ декоративного озеленения автомобильных дорог

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

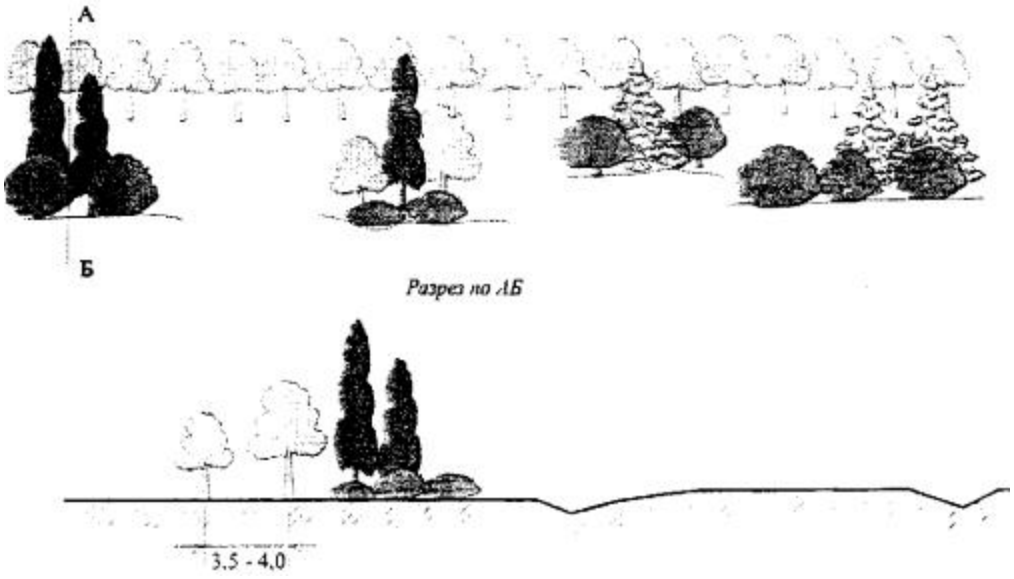
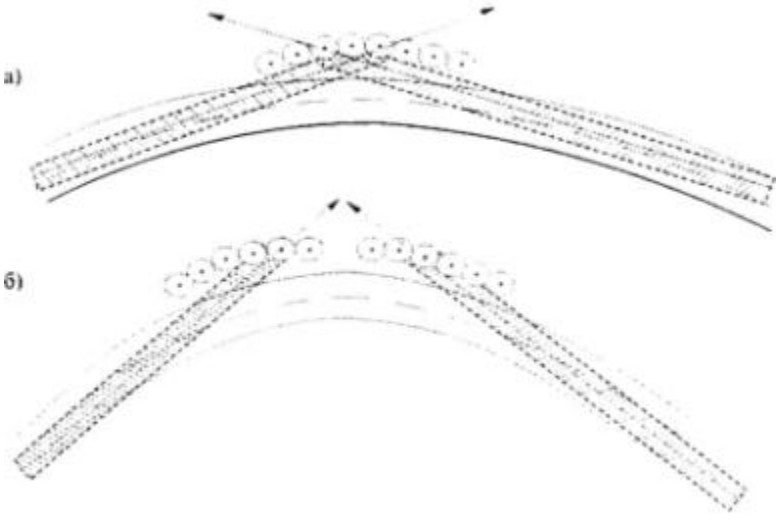


Рис. 14.10. Ландшафтно-групповое размещение деревьев и кустарников на фоне монотонных древесных посадок

Элементы ландшафтно-группового приёма следует использовать и для зрительного ориентирования водителей. Создаваемые при этом посадки могут быть разбиты на три группы: направляющие, барьерные и декорирующие или акцентирующие.

Направляющие посадки указывают на изменение направления движения, издалека подсказывают водителю степень крутизны поворота. Они могут быть только линейными, расположенными параллельно оси проезда, за пределами земляного полотна. Их длина зависит в основном от радиуса поворота, а их линия должна зрительно перекрывать всю ширину полосы движения, если смотреть на кривую с подходов к ней (рис. 14.11).



Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Рис. 14.11. Направляющие посадки на кривых в плане:
а - на кривых с малым углом и большим радиусом закругления; б - на кривых малого радиуса

Барьерные посадки подсказывают водителю невозможность продолжать движение в том же направлении, являясь в то же время зрительными «отражателями» взгляда, заставляющими перенести взор в нужную сторону. Их располагают по тому же принципу, что и направляющие. Они нужны главным образом на перекрёстках, остановках автобусов, транспортных развязках, но могут быть использованы и на площадках отдыха, и в комплексах обслуживания движения (рис. 14.12).

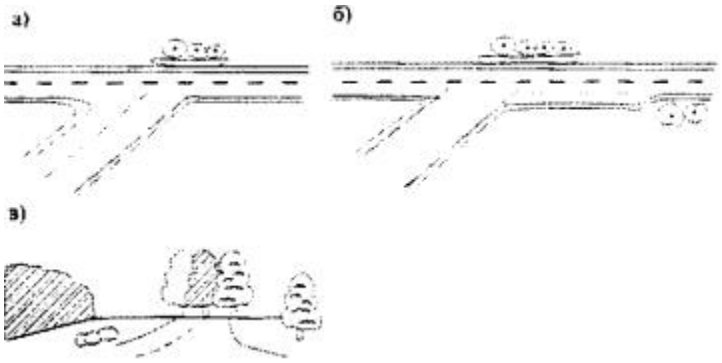


Рис. 14.12. Примеры барьерных посадок на примыканиях дорог:
а - напротив съезда; б - в конце переходно-скоростной полосы; в - за выпуклой вертикальной кривой

Декорирующие или акцентирующие посадки имеют целью не допустить отвлечения внимания водителя от наиболее важной или потенциально опасной части дороги (декорирующие) или же, наоборот, привлечь внимание, акцентировать его на точках, важных или для безопасности движения, или для архитектурной организации дороги (например, разграничения бассейнов). Примером акцентирующих посадок могут быть «ворота», создаваемые на выпуклых переломах продольного профиля (рис. 14.13). Рассмотренные типы посадок применяют также в проектах планировки или благоустройства площадок отдыха (рис. 14.14).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru



Рис. 14.13. Парные посадки деревьев на выпуклых переломах продольного профиля:
а - в закрытой местности; б - в открытой местности

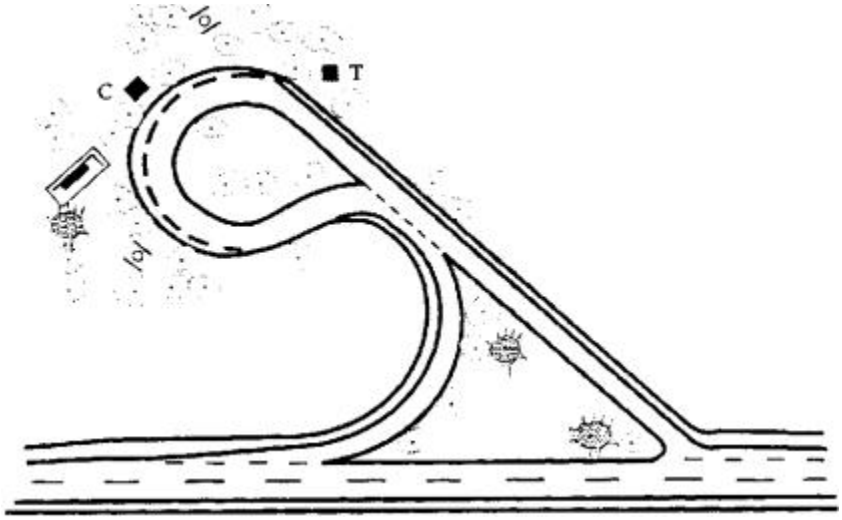


Рис. 14.14. Пример использования разных типов посадок на площадке отдыха:
С - скамья, Т - туалет

Смешанный приём декоративного озеленения дорог является сочетанием регулярных и ландшафтно-групповых посадок растений (рис. 14.15). Его применяют в районах с относительно спокойным рельефом. При этом в основном применяют следующие сочетания: неравномерное размещение ландшафтных групп в рядах регулярных посадок; неравномерное размещение ландшафтных групп и отдельных экземпляров на свободной полосе между регулярными посадками и дорогой (на фоне рядовых посадок); размещение ландшафтных групп у пересечений регулярных посадок с дорогами, съездами, реками, оврагами и т.д.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

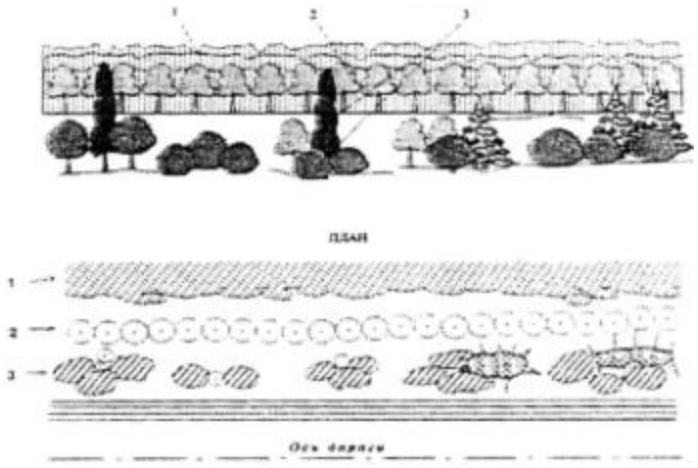


Рис. 14.15. Пример смешанного способа декоративного озеленения автомобильной дороги:
1 - снегозащитная полоса; 2 - регулярные посадки деревьев; 3 - ландшафтные посадки

Для декоративного эффекта и свободного развития крон в зависимости от величины высаживаемых деревьев расстояния между деревьями в рядах принимают от 5 до 20 м. При посадке молодых саженцев для получения скорейшего декоративного эффекта принимают наименьшее расстояние между деревьями в рядах (в 2-4 раза меньше максимального).

Специальные виды посадок используют при озеленении разделительных полос на автомобильных Дорогах, преследующие цель не только архитектурно-художественного оформления, но и для повышения безопасности движения. Как правило, на разделительной полосе осуществляют посадку кустарников сплошную или в виде поперечных полос-кулис (в виде живых одно- или двухрядных изгородей), которые размешают через 20-30 м на расстоянии не менее 1,75 м от кромки проезжей части. Такие посадки защищают от света фар встречные автомобили.

14.6. Технология создания и уход за снегозащитными лесонасаждениями

Технология создания новых и усиления существующих снегозащитных насаждений включает обработку почвы с учётом региональных агротехнических требований, собственно посадку (посев) растений, дополнение культур и агротехнический уход за насаждениями. Посадку (посев) осуществляют, как правило, весной, но при наличии местного положительного опыта эти работы могут выполняться и в осенний период.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Нормы затрат основных машин и механизмов, рабочей силы и основных материалов на создание и уход за снегозащитными насаждениями приведены в табл. 14.10.

Таблица 14.10

Нормы затрат основных машин и механизмов, рабочей силы и основных материалов на создание и уход за снегозащитными насаждениями

Объекты защитного лесоразведения	Основные машины и механизмы, маш.- час/га						Рабочая сила, чел		
	Посадка		Технологические уходы				Посадка		
	Трактор МТЗ-80	Сажалка 2ССН-2	Трактор ДТ-75	Трактор МТЗ-80	Плуг ПЛН-4-35	Культиваторы КЛ-2,6; КУН-4	Механизаторы	Лесохозяйственные рабочие	Мех
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Живая изгородь	1,7	1,7	9,0	20,0	9,0	20,0	1,7	7,4	
4-рядная лесная полоса									
лесная и лесостепная зоны	2,6	2,6	9,6	22,6	9,6	22,6	2,6	14,1	
степная и сухостепная зоны	1,4	1,4	20,9	32,0	20,9	32,0	1,4	15,2	

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

5-рядная лесная полоса									
лесная и лесостепная зоны	2,9	2,9	10,5	25,2	10,5	25,2	2,9	16,4	
степная и сухостепная зоны	1,6	1,6	21,8	37,3	21,8	37,3	1,6	17,5	
6-рядная лесная полоса									
лесная и лесостепная зоны	3,1	3,1	П,6	28,2	11,6	30,2	3,1	19,0	
степная и сухостепная зоны	1,9	1,9	22,8	42,5	22,8	42,5	1,9	19,9	
7-рядная лесная полоса									
лесная и лесостепная зоны	3,3	3,3	12,6	31,3	12,6	31,6	3,3	20,5	
степная и сухостепная зоны	2,1	2,1	23,7	47,8	23,7	47,8	2,1	21,8	
8-рядная лесная полоса									

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

лесная и лесостепная зоны	3,5	3,5	13,5	34,4	13,5	34,4	3,5	21,9
степная и сухостепная зоны	2,3	2,3	24,6	53,0	24,6	53,0	2,3	24,2
9-рядная лесная полоса								
лесная и лесостепная зоны	3,7	3,7	14,4	37,5	14,4	37,5	3,7	22,3
степная и сухостепная зоны	2,7	2,7	25,5	58,3	25,5	58,3	2,7	26,6

Примечание. Обработку почв при устройстве и уходе снегозащитных полос осуществляют следующими основными машинами и механизмами: плуги - ПЛН-4-35, ППН-50, ПТП-40; культиваторы - КПС-4, КЛ-2; бороны - БЗСС-1,0, БТД-3; рыхлитель - РС-1,5; лущильщик - ЛДГ-1,5.

Создание, содержание, а также усиление в необходимых случаях снегозащитных насаждений целесообразно осуществлять на подрядной основе с привлечением специализированных организаций (предприятий) лесного хозяйства.

Для декоративного озеленения автомобильных дорог применяют саженцы деревьев в возрасте 4-6 лет и кустарников в возрасте 2-3 лет. В наиболее парадных местах дорожного озеленения рекомендуется применять более крупный посадочный материал в возрасте до 30 лет.

Для декоративного оформления дорог, проходящих по увлажненным местам с активным пучинообразованием, следует подбирать древесные породы, сильно испаряющие влагу, способствующие осушению почвы и понижению уровня грунтовых вод (тополя, ивы, эвкалипты в соответствии с почвенно-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

климатическими условиями). Это уменьшает влажность земляного полотна и вероятность образования пучин.

На участках, предназначенных для декоративного озеленения, полностью убирают все посторонние предметы, удаляют сухостойные деревья, корчуют пни и засыпают ямы, участки планируют с последующим засевом культурными травами.

Обработка почвы под декоративные посадки проектируется сплошной или частичной.

При сплошной обработке весь участок подвергают глубокой вспашке, боронованию, после чего подготавливают посадочные места - копают ямы и траншеи небольших размеров, позволяющие разметить корневую систему деревьев или кустарников под посадку.

При частичной обработке почвы вспашка не производится, а посадочные места (ямы и траншеи) готовят значительно больших размеров, чтобы при посадке между корневой системой и стенками ямок и под корневой системой оставалось место для заполнения питательной землёй.

Сплошная обработка почвы создает более благоприятные условия для растений.

При отсутствии или бедности почвенного слоя на участке и при невозможности завоза питательной земли следует отдавать предпочтение частичной обработке почвы.

Декоративные деревья и кустарники высаживают в сроки, установленные для закладки снегозащитных лесных полос. Крупные деревья можно пересаживать зимой с замороженным комом. Хвойные деревья и кустарники высаживают в самые ранние сроки весной или в конце августа и начале сентября.

После посадки саженцы независимо от погоды поливают водой в объеме: 24-36 л на дерево, 17-18 л кустарник и 18-24 л на 1 м каждого ряда изгороди.

Приствольные круги после впитывания воды присыпают (мульчируют) перегноем, торфом или растительной землёй.

Уход за насаждениями. Эффективность работы лесонасаждений зависит от своевременности и тщательности ухода за ними. Основным способом ухода за насаждениями до момента смыкания крон является обработка почвы, её рыхление и борьба с сорняками.

Обработку почвы ведут по мере её уплотнения и массового появления сорной растительности: в первый год не менее четырех-пяти обработок за лето, во второй -

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

трёх-четырёх, в третий - двух-трёх и в последующие - одной-двух до смыкания крон деревьев.

Число уходов за почвой в молодых полосах (рыхление, культивация, прополка и др.) устанавливают в зависимости от природной зоны по табл. 14.11.

Таблица 14.11

Число уходов за почвой в молодых лесных полосах

Возраст полос, годы	Лесная зона и лесостепь		Степь		Сухая степь	
	Уходы					
	в междурядьях и закрайках	в рядах	в междурядьях и закрайках	в рядах	в междурядьях и закрайках	в рядах
1	4	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5
2	4	3-4	4-5	3-4	4-5	3-4
3	3-4	2-3	3-4	2-3	3-4	2-3
4	2-3	1-2	2-3	1-2	2-3	1-2
5	2	-	2	1	2	1
6	-	-	2	-	2	-
7	-	-	2	-	2	-
8	-	-	2	-	2	-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

9	-	-	-	-	2	-
10	-	-	-	-	2	-
Всего	15-17	9-13	21-25	10-14	25-29	11-15

Примечания: 1. В отдельных случаях при имеющемся положительном местном опыте число уходов может быть уменьшено. 2. К числу уходов в междурядьях относится ежегодное осеннее рыхление почвы на глубину до 16 см.

В междурядьях уход за почвой выполняют с помощью тракторных культиваторов, лущильников и борон. Почву в рядах обрабатывают ротационными культиваторами или вручную, рыхлят на глубину 5-6 см, в степных районах - 7-8 см. Уход за почвой в междурядьях проводят в течение 4-6 лет, в рядах - 2- 3 лет. После смыкания крон деревьев и прекращения культивации почвы ежегодно осенью проводят опахивание внешних границ посадок с целью предохранения лесных полос от сорняков, пожаров и распространения корней и корневых отпрысков на прилегающие территории.

С целью повышения эффективности работы снегозадерживающих насаждений производят увеличение их плотности (частоты) посредством рубок ухода. Рубки ухода являются эффективной мерой для поддержания и усиления снегозадерживающих свойств насаждений и их биологической устойчивости и подразделяются на следующие виды: текущего ухода, конструктивные, рубки специального назначения, декоративные и восстановительные. При выполнении рубок ухода производят удаление стволов или кустарника с целью последующего порослевого возобновления растений.

Рубки текущего ухода делят на прочистки, рубки омоложения кустарников, санитарные рубки.

При прочистке удаляют деревья и кустарники, мешающие нормальному росту насаждений, спиливают или срубают нежелательную растительность у поверхности почвы с уборкой хвороста и порубочных остатков.

Рубки омоложения кустарников выполняют в любое время года с целью их порослевого возобновления. Рубки омоложения предусматривают периодическое удаление наземной части кустарника с оставлением невысоких пеньков (не более 5-10 см).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Санитарные рубки выполняют весной и летом на протяжении всего срока существования насаждений с целью их оздоровления. При санитарных рубках из насаждений удаляют сухостойные, повреждённые в результате снеголома, ветровала, деятельности вредителей, грибковых заболеваний. Остатки после санитарных рубок выносят из полосы и сжигают.

Конструктивные рубки имеют целью формирование плотной конструкции насаждений и постоянное поддержание их в этом состоянии. Необходимость в таких рубках возникает, если насаждения имеют ажурную конструкцию и образуют длинный растянутый вал, который достигает дороги. Конструктивные рубки выполняют «на штамб» или «на пень» (последний приём применяют в сравнительно молодых лесных полосах). Рубки «на штамб» проводят осенью, зимой или ранней весной, а «на пень» - осенью или ранней весной. После конструктивных рубок деревьев, подвергшихся срезанию, формируют новую густую крону из порослевых побегов, благодаря чему работа лесной полосы по снегозадержанию улучшается.

Рубки специального назначения выполняют, когда на территории, занятой придорожными насаждениями, имеются различные сооружения, например линии связи или электропередачи. Правила требуют, чтобы от ветвей деревьев до линии связи и электропередачи было расстояние не менее: для линий связи в городах - 1,25 м, в пригородах - 2 м, на остальной части трассы - 2,5 м; для линий электропередачи при напряжении до 20 кВт - 3 м, до 110 кВт - 4 м, до 220 кВт - 5 м. Чтобы обеспечить такие расстояния, проводят специальные рубки, с помощью которых понижают высоту насаждений и ограничивают их рост в дальнейшем. Рубки выполняют «на штамб» или «на пень» с последующим формированием необходимой кроны после образования поросли.

Декоративные рубки выполняют в любое время года, но отбирают деревья, подлежащие рубке, весной или летом. Их проводят в декоративных насаждениях для улучшения биологических свойств и эстетических качеств, а также в снегозащитных насаждениях, утративших по тем или иным причинам своё снегозащитное значение. При декоративных рубках формируют красивые ландшафтные группы, а также выделяют отдельные ценные в декоративном отношении деревья и кустарники. С этой целью вырубают «на пень» все лишние деревья и кустарники, что придает оставшейся растительности необходимый декоративный вид.

Восстановительные рубки проводят с целью исправления состарившихся или поврежденных придорожных насаждений лиственных пород путем рубки «на пень», что способствует интенсивному восстановлению насаждений за счет поросли, образующейся на пнях и корнях срубленных деревьев и кустарников.

Способы борьбы с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью. Нежелательной древесно-кустарниковой растительностью на

автомобильных дорогах являются дикорастущие деревья и кустарники, которые вырастают на откосах и обочинах земляного полотна, в боковых канавах и на открытых участках полосы отвода автомобильных дорог в результате естественных процессов расселения растений семенным или вегетативным способом.

Для объективной оценки степени зарастания территорий нежелательной древесно-кустарниковой растительностью и планирования мероприятий по её уничтожению в мелиорации разработано несколько близких по основным показателям классификаций сорной растительности с указанием размеров деревьев и кустарников и их густоты на 1 га. Для средней полосы европейской части России такая классификация дана в табл. 14.12.

Таблица 14.12

Вид растительности	Средний диаметр стволов, см[1]	Средняя высота, м	Количество стволов лесокустарника на 1 га		
			редкого	среднего	густого
Кустарник:					
мелкий	до 3	до 3	до 15000	15000-30000	более 30000
средний	3-7	3-6	до 8000	8000-16000	более 16000
Мелколесье	8-11	5-9	до 800	800-2250	более 2250
Лес:					
очень мелкий	12-15	7-11	до 400	400-1400	более 1400
мелкий	16-23	8-16	до 300	300-850	более 850
средний	24-32	11-20	до 160	160-520	более 520

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

крупный	более 32	-	-	-	-

П р и м е ч а н и е. Диаметр ствола кустарников и мелколесья определяют в нижней части ствола у корневой шейки, у деревьев - на уровне груди человека (на высоте 1,3 м от поверхности земли).

Существуют три основных способа уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности: механический (срезка, корчевание), химический (обработка специальными химическими веществами, уничтожающими растения - арборицидами (Арборициды (от слова «арбор» - дерево) - это химические вещества (препараты) из группы гербицидов, которые способны поражать деревья и кустарники.) и термический, или огневой (сжигание).

Каждый из этих способов, применяемый в отдельности, за исключением удаления растений с пнями и корнями механическим способом, из-за высокой жизнеспособности деревьев и кустарников обычно полного эффекта не даёт. Поэтому способы борьбы часто применяются комплексно.

Наиболее простым и распространённым приёмом борьбы с нежелательной растительностью является удаление деревьев и кустарников путём рубки или спиливания их стволов у поверхности почвы. Однако удаление только надземной части деревьев и кустарников даёт временный эффект, так как эти растения способны возобновлять свой рост порослью пней и корней. По этой причине для полного уничтожения сорных растений после срезки стволов деревьев и кустарников применяется удаление их пней и корней корчеванием.

В труднодоступных местах для удаления травянистых сорняков, а также деревьев и кустарников с диаметром стволов до 35 мм используют ручной мотоинструмент.

Химический способ борьбы с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью предусматривает пять видов применения арборицидов:

опрыскивание арборицидами крон деревьев и кустарников;

введение арборицидов в зарубки на стволах деревьев (способ инъекции);

нанесение арборицидов на поверхность ствола дерева (на кору) у его основания (базальная обработка (Базальной называется самая нижняя, расположенная у основания часть ствола дерева или кустарника);

обработка пней после срезки стволов для подавления роста поросли из спящих и придаточных почек;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

обработка арборицидами почвы в зоне распространения корней нежелательных деревьев и кустарников.

Для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности используется множество гербицидов и различных препаратов, обладающих арборицидными свойствами. На основе имеющихся арборицидов создаются их смеси, которые оказываются более эффективными, чем отдельные их компоненты. Существуют различные заводские (фирменные) и «баковые» смеси, которые готовят непосредственно на месте. Однако токсичность и экономический риск, связанный с использованием арборицидов, в определённой степени сдерживают их распространение.

Для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности применяют гербициды и различные препараты, допускаемые ежегодно к применению Госхимкомиссией Минсельхозпрода России по согласованию с Минздравом России и Госкомэкологией России. Как наиболее эффективные химические препараты для борьбы с нежелательной растительностью на автомобильных дорогах рекомендуются «Раундап» и «Арсенал», разрешённые «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов к применению на территории Российской Федерации».

Раундап выпускается в виде жидкого концентрата с содержанием действующего вещества (глифосата) 36 %. Кроме того, «Раундап» содержит поверхностно-активное вещество в количестве 18 %. Наносится методом опрыскивания по норме 1-10 л/га «Раундапа» в водном растворе в зависимости от ситуации. Нормальная доза водного рабочего раствора составляет 100-300 л/га.

Уничтожение зрелых кустарниковых и лиственных деревьев производится нанесением «Раундапа» на срез пня либо инъекцией в зарубки на стволе. Сначала ненужная растительность вручную срезается или спиливается, а затем на свежий срез пня наносят 25 %-ный водный раствор «Раундапа». В зарубки (или надрезы) на деревьях впрыскивают по 1 мл 50 % раствора препарата. Эти работы должны выполняться с июля по октябрь.

Для нанесения «Раундапа» применяют специальное оборудование (прицепное или навесное к колёсным тракторам или автомобилям), а также ранцевые ручные опрыскиватели. Для ранцевых опрыскивателей доза «Раундапа» составляет 6-10 л/га в 100 л водного раствора, для тракторных или автомобильных - такая же доза в 300 л раствора.

«Раундап» в рекомендованных дозах не оказывает отрицательного воздействия на окружающую среду. К его достоинствам следует отнести низкую токсичность для теплокровных животных. Препарат не накапливается в почве, воде и пищевых продуктах.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При использовании этого препарата, так же как и других разрешённых агрохимикатов, необходимо соблюдать общие правила обращения с химическими препаратами.

Применение химического способа уничтожения сорной древесно-кустарниковой растительности по сравнению с механическим позволяет значительно снизить затраты труда и средств на проведение работ, а также сохранить плодородный слой почвы, который обычно нарушается при корчевании свежих пней и ликвидации корней и древесных остатков.

Термический (огневой) способ борьбы с сорной растительностью заключается в выжигании растений открытым пламенем. Любое травянистое растение погибает при температуре 278°С в течение 1 с.

Для реализации этого способа можно использовать технические средства переносного, ранцевого типа или агрегатируемые с тракторами. Источником энергии в этих средствах помимо дизельного топлива или керосина чаще всего является сжиженный газ, который через специальное регулировочное устройство подается к горелкам.

В дорожных условиях, где часто требуется обработка небольших площадей или отдельных групп древесно-кустарниковой растительности, расположенных в труднодоступных местах - на откосах, бровках земляного полотна или в боковых канавах, удобны малогабаритные ручные огневые культиваторы индивидуального пользования, например, огневой культиватор, главной частью которого является ручная переносная горелка (рис. 14.16).

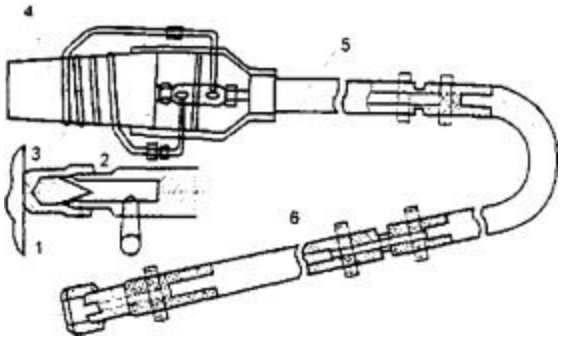


Рис. 14.16. Ручная горелка:
1 - завихритель; 2 - наконечник; 3 - испаритель; 4 - корпус горелки; 5 - рукоятка; 6 - шланг

Выжигание с применением лёгких ручных горелок может быть эффективным средством уничтожения одиночных или небольших групп всходов и молодых (1-3-летних) древесных и кустарниковых растений, а также их поросли на любых

элементах дороги, особенно на участках дорог, где по тем или иным причинам невозможно использование химических веществ.

При использовании термического способа борьбы с нежелательной растительностью должны быть приняты и строго соблюдаться меры противопожарной безопасности.

ГЛАВА 15. Зимнее содержание дорог

15.1. Условия движения по автомобильным дорогам зимой и требования к их содержанию

Общие положения. Зимнее содержание представляет собой комплекс мероприятий, включающий: защиту дорог от снежных заносов; очистку дорог от снега; борьбу с зимней скользкостью; защиту дорог от лавин; борьбу с наледями. Эти мероприятия должны обеспечивать бесперебойное и безопасное движение автомобилей с высокими скоростями и нагрузками, соответствующими требованиям, установленным в Технических правилах ремонта и содержания автомобильных дорог.

Для выполнения указанных требований дорожная эксплуатационная служба должна обеспечить высокий уровень зимнего содержания дорог, основными показателями которого являются (рис. 15.1): ширина чистой от снега и льда поверхности дороги; толщина слоя рыхлого снега на поверхности дороги, накапливающегося с момента от начала снегопада или метели до начала снегоочистки и в перерывах между проходами снегоочистительных машин; толщина уплотненного слоя снега (снежного наката) на проезжей части и обочинах; сроки очистки дороги от снега и ликвидации гололёда и зимней скользкости.

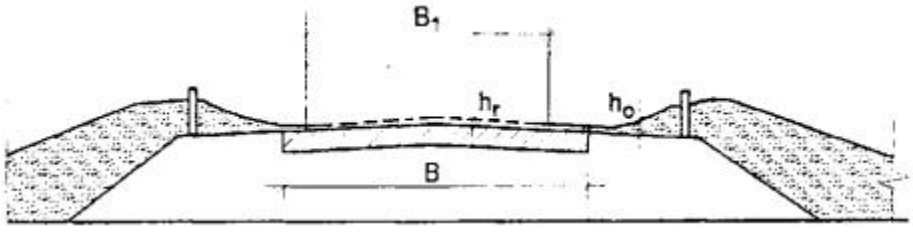


Рис. 15.1. Основные показатели уровня зимнего содержания дорог:
B_1 - очищенная от снега и льда поверхность дороги, м; B - ширина проезжей части, м; $h_г$ - толщина слоя рыхлого или уплотнённого снега на поверхности дороги, мм; h_o - толщина слоя снега на обочине

Зимний период года является самым сложным для эксплуатации дорог и организации движения. Продолжительность этого периода колеблется от 20 суток в

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

южных районах до 260 суток в северных районах России. Состояние поверхности дорог и условия движения зимой формируются под влиянием отрицательной температуры воздуха, ветра, снегопада, метели, гололёда и ограниченной метеорологической видимости, а также сочетания этих факторов. В горных районах самым опасным зимой является образование и сход снежных лавин.

Различают несколько видов снежно-метелевых явлений.

Спокойный снегопад (снегопад) - выпадение снега из облаков без сдувания и переноса его ветром. Спокойный снегопад наблюдается при скорости ветра до 2-3 м/с. Толщина слоя, выпадающего за один снегопад, составляет чаще всего 1-5 см. Иногда за один снегопад выпадает 6-15 см и в редких случаях 16-35 см. В горных районах иногда за один снегопад образуется слой толщиной до 1 м. Свежевыпавший сухой, рыхлый снег имеет плотность от 0,07 до 0,12 г/см^3; если выпадает влажный или мокрый снег, его плотность может достигать 0,2-0,25 г/см^3.

Верховая метель - снегопад при ветре, когда снег переносится в слое воздуха высотой до 100 м.

Низовая метель - перенос частиц ранее выпавшего снега без выпадения снега из облаков. Разделяется на **позёмку** - перенос частиц снега поднятием над уровнем снежного покрова до 30 см и на собственно **низовую метель**, когда переносимые частицы снега поднимаются на высоту до 10 м.

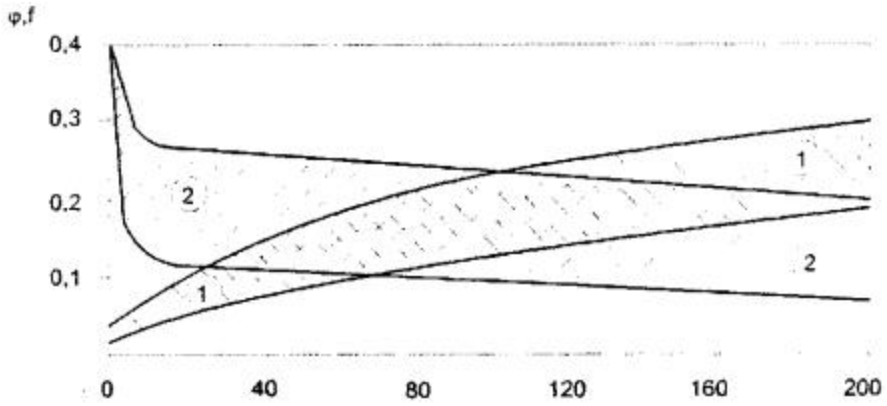
Общая или двойная метель - сочетание низовой и верховой метели, когда одновременно переносится выпадающий из облаков снег и частицы ранее выпавшего снега. Это самые неблагоприятные для зимнего содержания условия.

Метелевые отложения, называемые **снежными заносами**, имеют большую толщину и плотность. На участках с нулевыми отметками и малыми насыпями толщина метелевых отложений составляет 0,6-1 м. Мелкие выемки заносятся полностью, а в глубоких выемках толщина отложений может доходить до 5-6 м. Плотность снега в снежных заносах составляет 0,25-0,35 г/см^3.

Зимняя скользкость образуется на дорогах в виде гололедицы, гололёда и снежного наката.

Наличие снежных отложений на дороге приводит к сокращению используемой для движения ширины проезжей части, увеличению коэффициента сопротивления качению и снижению коэффициента сцепления (рис. 15.2), в результате чего происходит снижение скорости и ухудшение условий безопасности движения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru



Толщина слоя рыхлого снега, мм

Рис. 15.2. Зависимость коэффициента сопротивления качению и коэффициента сцепления от толщины слоя рыхлого снега:
1 - коэффициент сопротивления качению; 2 - коэффициент сцепления

Вся система мероприятий по зимнему содержанию дорог должна быть построена таким образом, чтобы с одной стороны обеспечить наилучшие условия для движения автомобилей, с другой - максимально облегчить, ускорить и удешевить зимнее содержание. Чтобы обеспечить выполнение этой задачи, при зимнем содержании проводятся:

профилактические меры, цель которых - не допустить или максимально ослабить образование снежных и ледяных отложений на дороге; к числу таких мер относятся уменьшение снегозависимости дорог, профилактическая обработка покрытий химическими противогололедными веществами и др.;

защитные меры, с помощью которых преграждают доступ к дороге снега и льда, поступающего с прилегающей местности; к ним относится применение защит от метелевого переноса, от снежных лавин, от наледного льда. Главным критерием качества снегозащиты следует считать полное исключение отложений метелевого снега на дорогах с тем, чтобы для патрульной снегоочистки оставалось только удаление снега, выпадающего во время снегопадов;

меры по удалению уже возникших снежных и ледяных отложений (например, очистка дорог от снега и льда), а также по уменьшению их воздействия на автомобильное движение (обработка обледеневшей поверхности дороги материалами, повышающими коэффициент сцепления шин с дорогой).

Требования к состоянию дорог в зимний период. Состояние поверхности дорог зимой зависит от климатических характеристик района проложения дороги, её конструктивных особенностей, степени защищённости от снежных заносов, а

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

также от организации работ по очистке дорог от снежных отложений и ликвидации зимней скользкости.

Требования к уровню зимнего содержания определяются исходя из оценки влияния состояния дорог в зимний период на различных участках на обеспеченность расчётной скорости, которая зависит как от динамических качеств автомобиля, так и от соотношения сил сцепления и сопротивления качению при различной толщине слоя рыхлого снега на покрытии.

Влияние снежных отложений и зимней скользкости на режим движения автомобилей можно установить из анализа основного условия движения, которое в упрощённом виде имеет вид:

$m \times j \geq f \pm i$, где

m - коэффициент сцепного веса, колеблется от 0,5 до 0,65;

j - коэффициент сцепления;

f - коэффициент сопротивления качению;

i - продольный уклон, в промилях.

Если принять величину коэффициента сцепного веса равной 0,5, то основное условие движения можно сформулировать в следующем виде: движение автомобиля по дороге будет возможно только тогда, когда величины коэффициента сцепления будет в два раза выше, чем сумма дорожных сопротивлений, состоящая из сопротивления качению и продольного уклона.

Следовательно, при определенных соотношениях сцепных качеств и сопротивления качению движение по дороге в тяговом режиме может оказаться невозможным независимо от динамических качеств, а максимальная скорость движения автомобиля (V_{max}) в тяговом режиме не может быть больше величины, определённой по формуле А.П. Васильева:

$$V_{max} = \frac{m\varphi_{60} - f_{60} \pm i}{m\beta_{\varphi} + k_f} + 60, \text{ км/ч,}$$ где

(15.1)

j_{60} - коэффициент сцепления при скорости измерения 60 км/ч;

f_{60} - коэффициент сопротивления качению для скорости 60 км/ч.

Эти положения служат теоретической основой разработки требований к допускаемой толщине слоя снега на покрытии.

Если исходить из наиболее неблагоприятных сочетаний сопротивления качению и коэффициента сцепления заснеженного покрытия, то при толщине слоя снега на покрытии от 2 до 20 мм в зависимости от его температуры и влажности условия движения на дороге становятся трудными, а коэффициент обеспеченности расчётной скорости снижается до 0,75. Уже при толщине слоя снега более 30 мм могут наблюдаться остановки легковых автомобилей на горизонтальных участках дорог из-за буксования, а при толщине более 80 мм такие остановки приобретают массовый характер. Современные грузовые автомобили могут двигаться при толщине слоя рыхлого снега от 80 до 120 мм, но скорости движения при этом будут очень низкими (рис. 15.3). Особенно сильно влияют на скорость движения наличие снежных отложений при движении на подъёмах.

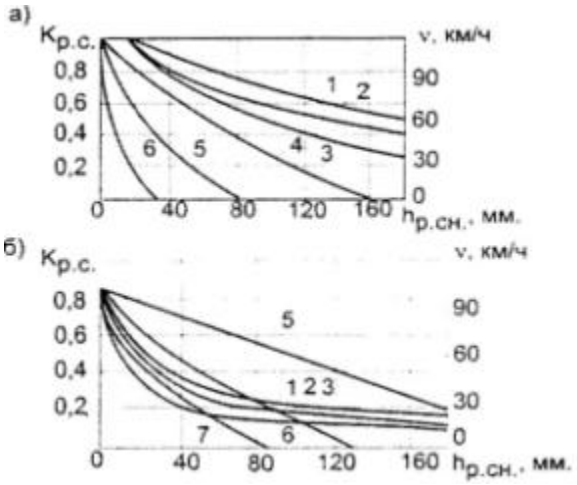


Рис. 15.3. Влияние толщины слоя рыхлого снега $h_{р.сн}$ на скорость автомобилей:
а - легковых; б - грузовых типа ЗИЛ-130:
1, 2, 3 - скорости, возможные по динамическим качествам автомобилей при f_{min}, $f_{ср}$, f_{max};
4, 5, 6, 7- скорости, возможные по соотношению j_{max} и f_{min}; $j_{ср}$ и $f_{ср}$; j_{min} и f_{max}

При толщине слоя рыхлого снега 2-5 мм или при наличии уплотненного слоя снега на покрытии нормальные условия движения обеспечиваются только на подъемах с уклоном 1-3 %. На всех остальных участках расчётная скорость движения не обеспечивается. При минимальных значениях j или максимальных значениях f остановки движения легковых автомобилей на подъемах с уклонами в 3 % будут наблюдаться при толщине слоя рыхлого снега 40-50 мм, а с уклонами 5 % - при толщине слоя снега 20-30 мм.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При наличии снежного наката большое влияние на скорость и безопасность движения оказывает ровность уплотненного снега, которая зависит от толщины слоя снега, его физико-механических характеристик, интенсивности и состава движения и уровня содержания. Ровность заснеженной поверхности колеблется в широких пределах в зависимости от толщины снежного покрова и тщательности его выравнивания (рис. 15.4). Если снег не удалён полностью, но регулярно разравнивается автогрейдерами или другими плужными очистителями, нормальные условия движения наблюдаются при толщине слоя снега до 90 мм. При нерегулярном профилировании или при удалении снега с покрытия бульдозерами нормальные условия движения наблюдаются при толщине слоя снега не более 25 мм. Нормальные условия для средних параметров снежных отложений наблюдаются при толщине слоя до 40 мм.

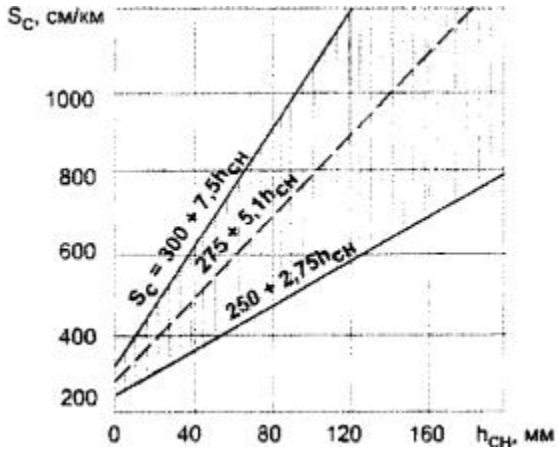
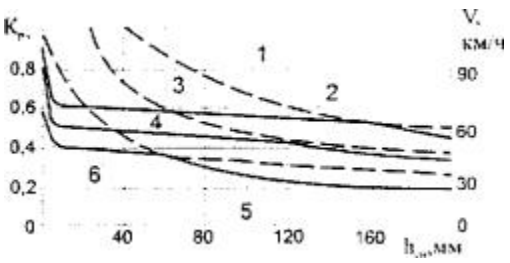


Рис. 15.4. Изменение ровности проезжей части при наличии уплотнённого снега

В любом случае толщина слоя снежного наката не должна превышать 100-120 мм по условиям ровности (рис. 15.5). Важно отметить, что хотя при небольшой толщине слоя уплотнённого снега ровность меняется незначительно, на дорогах I-III категорий снег все равно должен быть удалён с покрытия, чтобы обеспечить требуемые сцепные качества. На дорогах IV-V категорий толщина плотного слоя снега не должна быть более 60 мм при условии постоянного профилирования и полной очистки снега на участках подъёмов и спусков, и только в исключительных случаях на отдельных участках может допускаться до 200 мм.



Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Рис. 15.5. Влияние толщины слоя снега на обеспеченность расчётных скоростей: 1 - возможная скорость при лучшей ровности; 2 - ограничение по j_{max}; 3 - возможная скорость при средней ровности; 4 - ограничение по $j_{ср}$; 5 - возможная скорость при плохой ровности; 6 - ограничение по j_{min}

Особое значение имеет соблюдение указанных требований при организации патрульной снегоочистки.

Допустимая толщина слоя рыхлого снега, накапливающегося на дороге, зависит от интенсивности снегопада и времени между проходами снегоочистительных машин, называемого временем снегонакопления. Поэтому количество патрульных снегоочистительных машин прямо зависит от допустимой толщины слоя рыхлого снега, который накапливается в перерывах между проходами машин:

$$N = \frac{i_{сн} \cdot L \cdot B}{\rho \times h_{доп} \cdot V_{раб} \cdot K_b \cdot (b - 0{,}25)},$$ где (15.2)

$h_{доп}$ - допустимая толщина слоя снега на покрытии, мм;

L - длина участка дороги, км;

B - ширина очищаемой поверхности, м;

$V_{раб}$ - скорость снегоочистителя, км/ч;

K_b - коэффициент использования рабочего времени (может быть принят 0,7-0,9);

b - ширина захвата снегоочистителя, м.

Поэтому и затраты на патрульную снегоочистку в наибольшей степени зависят от допустимой толщины слоя рыхлого снега на покрытии во время снегопада и интенсивности снегопада (рис. 15.6). При допустимой толщине слоя снега менее 30-20 мм затраты на снегоочистку стремительно растут.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

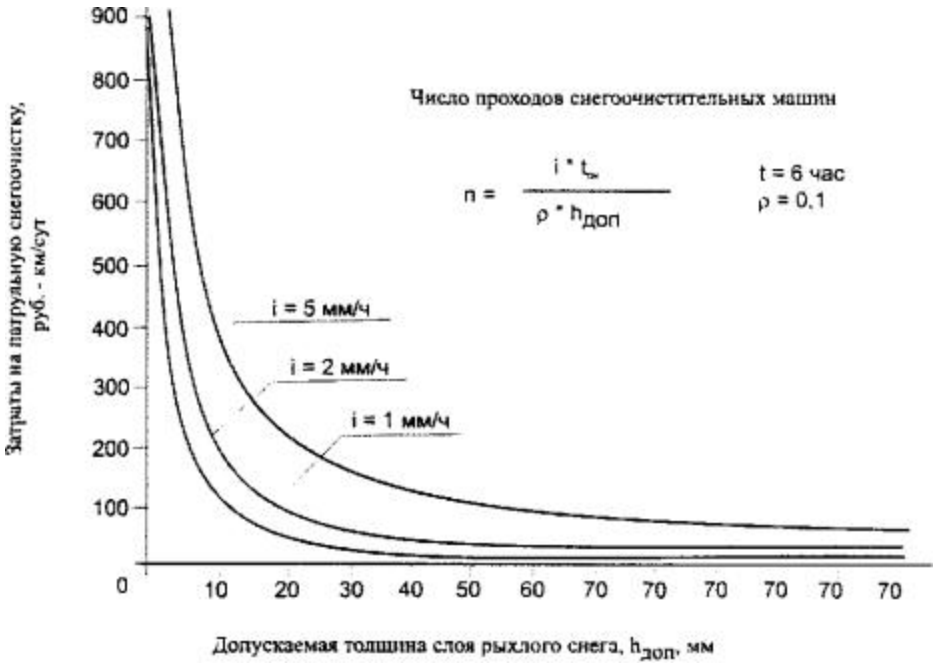


Рис. 15.6. Затраты на патрульную снегоочистку в зависимости от допускаемой толщины слоя рыхлого снега на дороге $h_{доп}$ и интенсивности снегопада i

За высший уровень зимнего содержания можно принять обеспечение чистой сухой поверхности дороги, при котором толщина слоя снега на покрытии во время метелей и снегопадов не превышает 5 мм, а срок его удаления так же как удаления гололёда и зимней скользкости не превышает 1 ч после окончания снегопада, метели, гололёда.

Этот уровень может быть достигнут при полной оснащённости дорожной службы до нормативной потребности машинами, оборудованием и материально-техническими ресурсами на участках дорог, запроектированных с соблюдением всех требований по защите от снежных заносов и не всегда экономически целесообразен (табл. 15.1). Поэтому указанные технические требования могут быть скорректированы технико-экономическими расчетами с учетом фактической интенсивности движения и затрат на содержание дороги в соответствии с существующими требованиями в реальных климатических условиях.

Таблица 15.1

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Наименование средств механизации	Основные параметры	Минимально необходимое количество (на 100 км)				
		Категория дороги				
		I	II	III	IV	V
Одноотвальные плужно-щёточные снегоочистители	Ширина отвала 3 м; рабочая скорость - 25-60 км/час	9	5	4	7	2
Шнекороторные или фрезеророторные снегоочистители	Ширина захвата 3 м; производительность - 1000-1200 т/час	2	1	1	0,5	0,5
Бульдозер с поворотным отвалом	Мощность 118 КВт	1	1	I	1	1
Автогрейдер лёгкий	Мощность 66 КВт	4	3	2	2	2
Распределитель твёрдых противогололёдных материалов	Ширина распределения - 10 м; вместимость бункера - 5 $м^3$	12	8	6	4	4
Распределитель жидких противогололёдных материалов	Ширина распределения - 7 м; ёмкость бункера - 5 $м^3$	10	6	4	2	2
Фронтальные погрузчики	Ёмкость бункера - 2 $м^3$	3	2	1	1	1

Критерием технико-экономического обоснования требований к уровню содержания может быть принят минимум приведенных затрат, которые в общем виде будут слагаться из двух групп затрат:

а) затраты, сумма которых сокращается с ужесточением требований к уровню содержания дороги;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

б) затраты, сумма которых увеличивается с ужесточением требований к уровню содержания дороги.

К первой группе относятся затраты автомобильного транспорта (капитальные вложения и текущие затраты), которые сокращаются при увеличении средней скорости движения за счёт более высокого уровня содержания дорог и от дорожно-транспортных происшествий. Ко второй группе относятся затраты на содержание дороги, которые увеличиваются с увеличением требований и в зависимости от длительности и вероятности действия метеорологических факторов.

На рис. 15.7 приведены результаты расчётов для снегопадов различной интенсивности продолжительностью 6 ч. Их анализ показывает, что на дорогах II категории даже при сильном снегопаде экономически нецелесообразно допускать накопления слоя рыхлого снега толщиной более 10-15 мм в то время, как на дорогах IV категории в этих условиях толщина слоя снега может быть допущена до 50-60 мм и более.

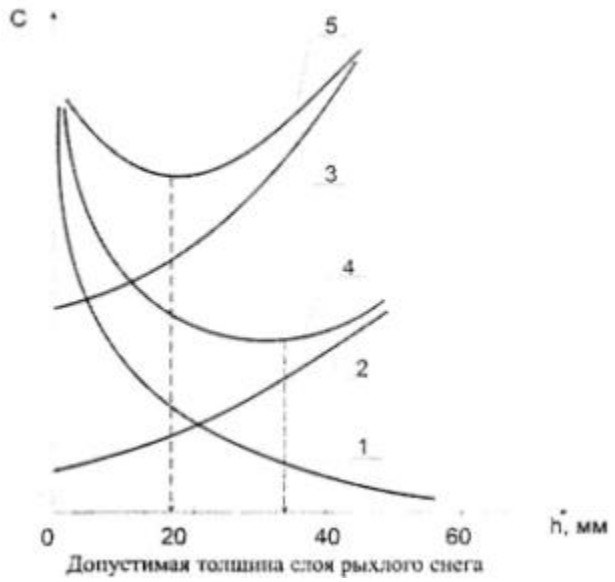


Рис. 15.7. Технико-экономическое обоснование требований к допустимой толщине слоя рыхлого снега:
1 - затраты на очистку дороги от снега при интенсивности снегопада 2 мм/ч; 2, 3 - транспортные затраты при интенсивности движения 1000 авт./сут и 4000 авт./сут;
4, 5 - суммарные затраты при интенсивности движения 1000 авт./сут и 4000 авт./сут

Важной задачей дорожной службы является соблюдение сроков ликвидации снежных отложений и зимней скользкости, которые должны быть дифференцированы для дорог с различной интенсивностью движения в различных климатических зонах. От установленных сроков ликвидации зависит требуемое количество машин для зимнего содержания.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Установлено, что независимо от района проложения дороги гололёд и снежный накат должны убираться практически в одинаковые сроки. С увеличением количества снегопадов экономически эффективные сроки ликвидации снежных отложений увеличиваются, а с увеличением количества гололёдов - уменьшаются (рис. 15.8). Экономически целесообразно выдерживать одинаковые сроки ликвидации зимней скользкости на всём протяжении дороги вне зависимости от величины итогового коэффициента безопасности (рис. 15.9). Это свидетельствует о том, что влияние зимней скользкости на аварийность значительно превышает влияние геометрических параметров дороги.

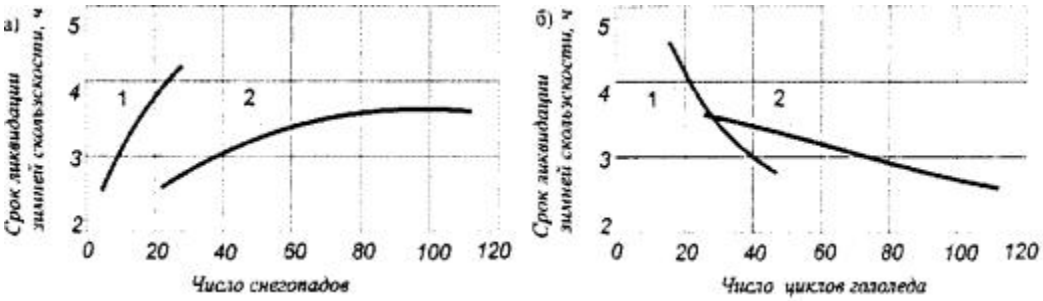


Рис. 15.8. Зависимость сроков ликвидации зимней скользкости от повторяемости гололёда и снегопада:
а - снегопада; б - гололёда;
1 - интенсивность движения 200 авт./сут, длительность зимнего периода 30 дней; 2 - интенсивность движения 500 авт./сут, длительность зимнего периода 160 дней

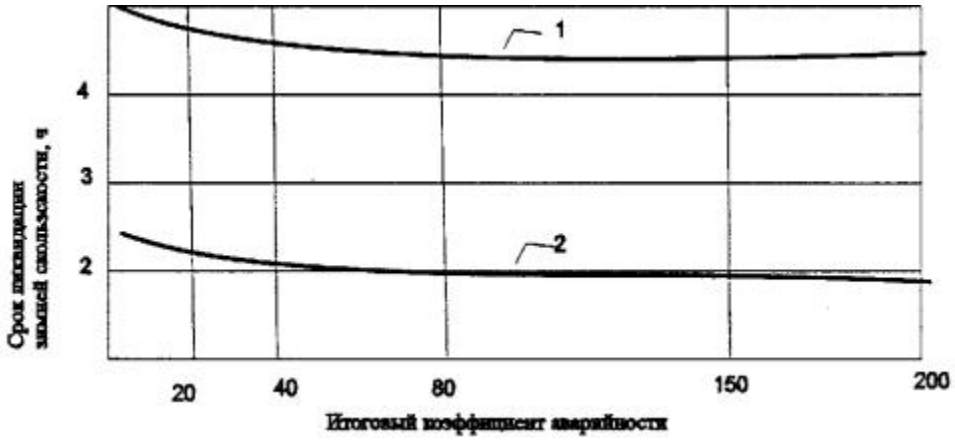


Рис. 15.9. Зависимость сроков ликвидации зимней скользкости от итогового коэффициента аварийности:
1 - интенсивность движения 200 авт./сут, длительность зимнего периода 220 дней;
2 - интенсивность движения 500 авт./сут, длительность зимнего периода от 30 до 160 дней

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Наибольшее влияние на экономически эффективные сроки ликвидации зимней скользкости и снежных отложений оказывает интенсивность движения (рис. 15.10), которая и должна быть положена в основу градации требований к директивным срокам ликвидации этих явлений, т.е. сроки должны быть дифференцированы именно по интенсивности движения.

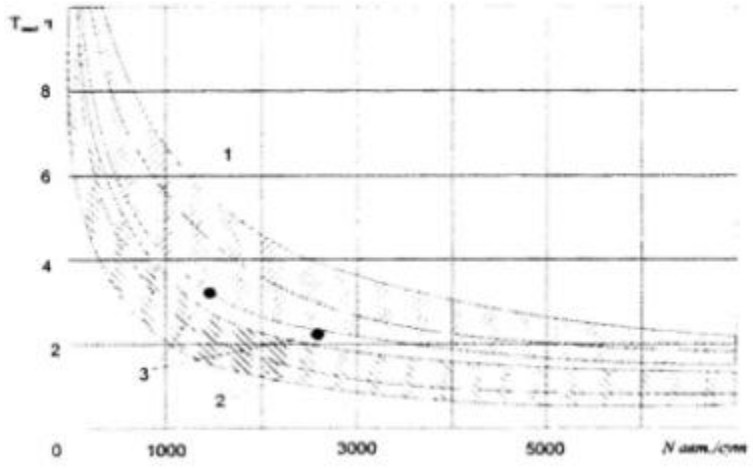


Рис. 15.10. Зависимость сроков ликвидации зимней скользкости от методов борьбы и интенсивности движения:
1 - применение пескосоляных смесей; 2 - то же, твёрдых хлоридов; 3 - нормы ФРГ

При этом нормативным сроком ликвидации гололёда считается время с момента его обнаружения и начала работы до полного удаления, а сроком ликвидации снежных отложений - время с момента окончания снегопада или метели до полного удаления снега с проезжей части или доведения до допустимой ширины очистки и толщины снежных отложений.

В практической деятельности могут иметь место случаи, когда экономически целесообразные требования к допустимой толщине слоя снега на покрытии и сроком ликвидации зимней скользкости и гололёда не могут быть обеспечены из-за недостаточной оснащённости дорожной службы машинами и оборудованием для зимнего содержания. В этом случае должны быть обоснованы временные отступления от экономически эффективных требований.

Допустимые уровни и требования к зимнему содержанию дорог. По уровню зимнего содержания все дороги делятся на три группы:

Группа А - дороги с чистой на всю ширину проезжей частью;

Группа Б - дороги с чистой серединой проезжей части;

Группа В - дороги с уплотнённым снегом на проезжей части.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Директивные требования к показателям уровня зимнего содержания каждой дороги должны устанавливаться на основе технико-экономических расчетов с учётом оснащённости дорожно-эксплуатационной службы машинами и оборудованием для зимнего содержания дорог. Предельно допустимые значения указанных требований приведены в табл. 15.2.

Таблица 15.2

Характеристики дорог	Показатели состояния					
	Интенсивность движения, авт./сут	Минимальная ширина очищенной поверхности проезжей части, м	Максимально допустимая толщина слоя рыхлого снега на проезжей части, мм	Допустимая толщина уплотнённого слоя снега на проезжей части, мм	Допустимая толщина уплотненного слоя снега на обочинах (у бровки земляного полотна), мм	Максимальный срок проведения работ по снегоочистке и ликвидации зимней скользкости, час
Федеральные автомобильные дороги	Более 3000	На всю ширину	20	-	50	4
	1000-3000	тоже	25	-	60	5
	Менее 1000	тоже	30	50*	70	6
Территориальные дороги с регулярным автобусным движением	Более 3000	тоже	30	-	60	4
	1000-3000	тоже	40	-	70	5
	Менее 1000	тоже	60	50*	80	6
Дороги местного значения с	Менее 1000	тоже	70	50*	120	6

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

регулярным автобусным движением						
Дороги местного значения с допускаемым перерывом движения	Движение не регулярное	-	-	50	200	24-48

* - На дорогах с переходными и низшими типами дорожных одежд.

Как правило, расчистку дорог от выпадающего и приносимого к дороге снега необходимо производить на полную ширину земляного полотна, а ликвидацию зимней скользкости - на ширину проезжей части и краевых укрепительных полос. Допускается оставлять слой уплотненного снега небольшой толщины на покрытиях переходного типа и на грунтовых дорогах. Оставляемый на проезжей части и обочинах снег необходимо регулярно профилировать, чтобы предотвратить образование неровностей.

15.2. Снегопринос и снегозаносимость дорог. Районирование территории по трудности снегоборьбы на автомобильных дорогах

Главным источником снежных отложений на дороге является снегоперенос, вызванный метелями, теория которых хорошо разработана трудами проф. А.К. Дюнина, А.А. Комарова, Д.М. Мельника, канд. техн. наук Г.В. Бялобжеского и др. Под действием ветра снежные частицы поднимаются над поверхностью снежного покрова и снова откладываются там, где скорость ветра снижается. Переносимые метелью частицы снега имеют различную форму и размеры: от 0,01 мм до 2 мм, но 90 % частиц имеют размеры 0,1-0,25 мм. Масса переносимых частиц колеблется от 0,0001 до 0,005 г. Частицы снега могут подниматься только до определенной высоты - **потолка взвешивания**. Крупные, тяжёлые частицы перемещаются скачкообразно по поверхности снежного покрова. Такое движение называют **сальтацией**.

Снегоперенос рыхлого снега начинается при скорости ветра более 3-5 м/с, когда мелкие частицы снега размером 0,02-0,5 мм смешиваются с приземным воздухом и образуют турбулентный снеговетровой поток. Выпадающие из этого потока частицы разрушают снежную поверхность, что способствует дополнительному питанию снеговетрового потока снежинками.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При низовой метели основная масса снега переносится в приземном слое высотой 1,5-2,0 м, причем около 90 % снега переносится на высоте 10-20 см.

Количество снега, переносимого низовой метелью, определяется **транспортирующей способностью**. Эта способность оценивается удельным твёрдым расходом метели. **Удельный твёрдый расход** или интенсивность переноса метели - это масса снега, переносимого в единицу времени через единицу площади вертикальной плоскости, перпендикулярной направлению снеговетрового потока. Интенсивность переноса снега измеряют в г/м^{2}с или м^3/пог. м^2 (т.е. на 1 пог. м фронта метели).

В общем виде эта зависимость описывается формулой Д.М. Мельника:

$Y_{max} = C' V_ф^3$, м^3/пог. м-ч; где
(15.3)

C - коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от плотности снега в метелевых сугробах;

$V_ф$ - скорость ветра на высоте флюгера (т.е. на высоте 10 м), м/с.

Для большей части Европейской территории России, где плотность снега равна 0,25 т/м^3, коэффициент пропорциональности C = 0,00031; для районов Сибири, Казахстана, востока и юго-востока Европейской части России C = 0,00026.

Метелевый поток может быть насыщенным и ненасыщенным. **Насыщенный** - когда ветровой поток переносит количество снега, соответствующего его максимальной транспортирующей способности. **Ненасыщенный** - когда масса переносимого снега меньше предела насыщения.

Для того чтобы поток стал насыщенным, необходим определенный путь разгона метели, который обычно называют **длиной разгона метели**.

Длина разгона метели составляет 100-400 м. Вся масса снега, проносящегося в единицу времени через 1 м фронта метелевого потока (на всю его высоту), называется полным общим расходом, определяемым по формуле:

$W_n = 0{,}08 \times (V_ф - 5)^3$, где
(15.4)

W_n - полный расход, г/м^{2}с.

Переносом снега (снегопереносом) называют массу или объём снега, перенесённого за время t:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$W_n = I \times t = C' V_ф^{3\prime} t.$
(15.5)

Масса снегопереноса имеет размерность г/м^2, а объём снегопереноса - м^3/пог. м. Наибольшее количество снега (около 90 %) переносится в нижнем слое потока в пределах 0,2 м над уровнем снежного покрова.

В отличие от величины снегопереноса в теории зимнего содержания дорог используют величину снегоприноса.

Снегопринос - это количество снега, приносимого метелями к дороге в течение зимы. Объем снегоприноса обычно составляет только часть общего объёма снегоприноса. Между снегопереносом и снегоприносом существует зависимость

$W_{сд} = W_n \times \sin a$, м^3/м, где
(15.6)

$W_{сд}$ - снегопринос к дороге, м^3/м;

а - угол между направлением метелевого ветра и дорогой.

Имеется два основных способа определения объёма снегоприноса: **способ расходов и способ балансов**. Способ расходов, или суммарных приносов, разработанный Д.М. Мельниковым, заключается в следующем. Суммарное количество снега, принесённое к дороге с каждой её стороны в течение зимы - $W_{сд}$, равно сумме количеств снега, принесённых в течение всех метелей, дувших с данной стороны дороги. Количество снега, принесённое к дороге в течение одной метели, равно сумме количеств снега, который был принесен ветрами различных направлений в течение времени действия метели в данных направлениях. С учётом сказанного снегопринос к одной стороне дороги за год составляет (с использованием формулы 15.3 для определения полного твёрдого расхода метелевого потока):

$$W_{сд} = \frac{2{,}9 \times 10^4}{\gamma_c} \sum_1^N \sum_1^m \left(V_{фi} - 5\right)^3 \cdot \sin \alpha_i \cdot t_{Бi}, \text{ м}^3/\text{м}$$

, где
(15.7)

g_c - плотность снега в снежных отложениях у дороги, т/м^3;

N - число случаев метелей в течение зимы;

m - число случаев изменения направлений, с которых дули ветры в каждую метель;

$V_{\phi i}$ - скорость ветра по флюгеру во время метели, м/с;

a_i - углы между направлением ветра и дорогой во время метелей;

t_{Ki} - продолжительность действия метелей в часах.

Для всех ветров определённого румба принимается один угол, средний для данного румба. Ветры со скоростью менее 6 м/с и дующие под углом менее 10° и ветры при положительных температурах не учитываются. Данные по ветровому режиму берут на ближайшей метеостанции за последние 10 лет и затем, пользуясь формулой (15.6), определяют $W_{cд}$ за каждый год. Из полученных значений составляют статистический ряд и находят расчётную величину снегоприноса с заданной обеспеченностью:

$$W_p = \overline{W}_{cд} + \sigma \cdot t, \text{ м}^3/\text{м},$$ где

(15.8)

$\overline{W}_{cд}$ - среднеарифметическое значение снегоприноса к данной стороне дороги за период 9- 15 лет, м^3/м;

s - среднеквадратичное отклонение $W_{cд}$ за N лет, равное

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} \frac{\left(\overline{W}_{cд} - W_{cдi}\right)}{N}}, \text{ м}^3/\text{м};$$

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

t - коэффициент, принимаемый равным 1,5 для дорог II-IV категории и 2,0 - первой, т.е. соответственно учитывается 90 и 95-процентная обеспеченность.

Метод балансов основан на следующих исходных положениях. Для любой примыкающей к дороге ограниченной территории, называемой снегосборным бассейном, справедлив следующий баланс снежных масс:

$W_n = W_o + W_c - W_u - W_в$, где (15.9)

W_n - остаток снега в бассейне в конце зимы, сохранившийся в виде снежного покрова;

W_o - снег, выпавший из облаков (твердые осадки);

W_c - принос снега извне ветром;

W_u - испарение и таяние;

$W_в$ - вынос снега ветром за пределы бассейна.

Снегопринос к дороге $W_{cд}$ равен выносу снега ветром за пределы бассейна, помноженному на синус угла между направлением ветра, несущего снег, и дорогой. Следовательно:

$W_{cд} = W_в \times \sin a = (W_o + W_c - W_u - W_n) \times \sin a$, м^3/м, где (15.10)

а - угол между ветром и дорогой.

Ввиду большей сложности пользования методом балансов почти во всех случаях при практических расчётах пользуются методом расходов.

Значительное влияние на объём приносимого к дорогам снега оказывает ширина примыкающего снегосборного бассейна, которая не учитывается в формулах (15.4, 15.5, 15.7). Расчётные коэффициенты, позволяющие определить объём снегоприноса к участкам дорог с различной шириной примыкающего снегосборного бассейна, приведены в табл. 15.3.

Таблица 15.3

(Данные В.А. Пастернацкого)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ширина снегосборного бассейна, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Коэффициент К,,,	0,22	0,40	0,60	0,73	0,78	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,97	1,0

Используя значения коэффициента ширины снегосборного бассейна, можно существенно уточнить объёмы снегоприноса конкретно на каждом участке с левой и правой стороны дороги в зависимости от фактической ширины снегосборного бассейна с каждой стороны.

Снегозаносимость дорог. Под снегозаносимостью понимают подверженность дорог образованию на них снежных заносов. Количественной характеристикой снегозаносимости является отношение количества снега, отложившегося на дорожном полотне, к общему количеству снега, принесённого метелями к дороге.

Снег из снеговетрового потока выпадает там, где по каким-либо причинам происходит снижение скорости потока и уменьшение транспортирующей способности в приземном слое. Если скорость потока перед преградой V_1, а за преградой V_2, причем $V_1 > V_2$, то уменьшение транспортирующей способности насыщенной метели за преградой составит

$$\Delta I = C \cdot \left(V_1^3 - V_2^3 \right)$$

(15.11)

Эта часть переносимого снега выпадает из снеговетрового потока около преграды. Чем сильнее тормозится ветер над насыпью, выемкой или у какой-либо преграды, тем вероятнее снегоотложения. На принципе замедления скорости и уплотнения транспортирующей способности снеговетрового потока основана работа снегозадерживающих устройств.

Главнейшим фактором, от которого зависит снегозависимость дороги, является форма поперечного профиля и высота насыпи или глубина выемки. Чтобы обеспечить снегонезаносимость дороги, необходимо выполнить два основных требования к поперечному профилю: земляное полотно должно быть аэродинамически обтекаемым для ветра без образования вихревых зон; скорость ветра над всей поверхностью дороги должна быть достаточна для сдувания

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

попадающего на неё снега. Возникающие около земляного полотна или преград зоны завихрения ветра оказывают тормозящее действие на движение приземного слоя снеговетрового потока и способствуют увеличению снежных отложений.

Дорога представляет собой препятствие, у которого возникает зона затишья, называемая ветровой и аэродинамической тенью.

Любые препятствия и неровности на поверхности земляного полотна и проезжей части могут вызвать снежные отложения. Поэтому нельзя допускать неправильной снегоочистки. Наличие снежных валов, колей, несвоевременное удаление снегопадных отложений, применение снегоочистителей с малой дальностью отбрасывания ухудшают обтекаемость дороги и усиливают её снегозаносимость. Снежным заносам способствуют бордюры, возвышающиеся над покрытием. Учитывая это, укрепленные полосы, устраиваемые для сопряжения разделительной полосы с проезжей частью, следует выполнять с поперечным уклоном, равным поперечному уклону проезжей части. Движущийся поток автомобилей по дороге во время метели также способствует снегоотложениям, поскольку автомобили представляют препятствие для снежноветрового потока. Кроме того, колеса автомобилей уплотняют снег, выдавливают его, образуя колеи и гребни, которые способствуют задержанию снега.

Классификация дорог (участков) по снегозаносимости. Критерием классификации участков дорог по снегозаносимости служит отношение количества снега, отложившегося на дорожном полотне, к общему количеству снега, принесенного метелями к дороге. Оценивать снегозаносимость количеством приносимого снега нельзя, так как снежные заносы - это отложившийся, а не приносимый снег. При одном и том же количестве приносимого снега на участках дорог с разным поперечным профилем и характеристикой прилегающей местности откладывается разное количество снега.

Количество метелевого снега, который может отложиться на дорогу за зимний период:

$$Q_д = \sum_{1}^{T} \left[\left(Q_c - Q_в - Q_н - Q_т \right) \cdot L_c \right]$$

где

(15.12)

$Q_д$ - снегозаносимость участка дороги с правой $Q_{дп}$ или левой $Q_{дл}$ стороны за зимний период, тыс. м^3/м;

Q_c - максимальный $Q_{сн}$ или средний из максимальных $Q_{ср}$ объёмов снегоприноса за зимний период, тыс. м^3/м;

$Q_в$ - снегосборная способность подветренного откоса выемки, м^3/м;

$Q_к$ - снегосборная способность зарослей кустарников, м^3/м.

Снегосборность подветренного откоса выемок $Q_в$ в м^3/м при заложении откосов 1:1,5 $Q_{1,5}$ рассчитывают по формуле

$$Q_{1,5} = 0,65 \cdot h_в^2;$$
(15.13)

при заложении откосов 1:3 $Q_{3,0}$ по формуле:

$$Q_{3,0} = 1,1 \cdot h_в^2,$$ где
(15.14)

$h_в$ - глубина выемки, м.

Снегосборность зарослей кустарников $Q_к$ рассчитывают по формуле:

$Q_к = 0,5 \times S \times h_к$, где
(15.15)

S - ширина кустарникового массива, м;

$h_к$ - средняя высота кустарника, м.

Снегосборность существующих снегозадерживающих насаждений $Q_н$ рассчитывают по формуле (14.11) (см. п. 14.3).

По степени снегозависимости все участки дорог делят на снегонезаносимые и снегозаносимые.

К **снегонезаносимым** относят участки дорог, пересекающие лесные массивы, а также сады и кустарники, если их ширина составляет не менее 100-250 м с каждой стороны дороги; проходящие в выемках глубиной более 8,5 м при годовом снегоприносе до 100 м^3 на 1 пог. м дороги; пересекающие крупные населённые пункты с застройкой по обеим сторонам дороги; участки насыпей высотой не меньше требуемой по снегонезаносимости. Снегозаносимые участки дорог делят на три категории (табл. 15.4).

Таблица 15.4

Категории снегозаносимости	Характеристика участка	Вид снежных отложений, которые необходимо удалять
I. Слабозаносимые	Насыпи от $H_п$ и $H_н$. Пересечения в одном уровне. Насыпи с барьером безопасности	Снегопадные отложения. Снежные заносы небольшого объёма. Небольшие снежные валы
II. Среднезаносимые	Раскрытые выемки. Полувыемки-полунасыпи. Нулевые места и невысокие насыпи ниже $H_п$. Пересечения в разных уровнях. Дороги, проходящие через небольшие населённые пункты, в районах с интенсивными общими метелями	Снегопадные отложения. Снежные заносы толщиной до 1 - 1,5 м. Снежные валы
III. Сильнозаносимые	Нераскрытые выемки, подветренный откос которых не может вместить снег, приносимый метелями и выпадающий при снегопадах. Все выемки на кривых	Снегопадные отложения. Снежные заносы, толщина которых может достигать глубины выемки

Примечания: 1. Данные таблицы относятся к заносимым участкам, проложенным по безлесной местности. 2. Незаносимые в безлесной местности насыпи высотой $H_н$ и более, а также нераскрытые выемки, подветренный откос которых может вместить весь снег, откладывающийся при метелях и снегопадах. 3. Участки, проложенные через сплошные лесные массивы, не заносятся при любом поперечном профиле.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Канд. техн. наук В.А. Пастернацкий разработал методику оценки трудности зимнего содержания дороги (участка) в период метелей по показателю подверженности её снежным заносам K_c:

$$K_c = \frac{\sum_{1}^{n} L_c}{L_\phi},$$ где
(15.16)

K_c - показатель подверженности дороги (участка) снежным заносам с правой (K_{cn}) или левой $K_{cл}$ стороны дороги;

L_c - протяжённость снегозаносимого участка, км;

$L_ф$ - протяжённость обслуживаемой дороги (участка) (1 км, мастерский или дорожный участок, ДРСУ и т.д.), км;

n - количество снегозаносимых участков с правой или левой стороны дороги на $L_ф$.

С учётом категорий снегозаносимости дорог при определении L_c для сильноснегозаносимых участков вводится коэффициент значимости 2, для среднезаносимых - 1 и для слабозаносимых - 0,5, на которые необходимо умножать их фактическую протяжённость при расчёте K_c.

Исходя из значений показателей K_c и $Q_д$, определяют степень подверженности дороги (участка) снежным заносам (табл. 15.5).

Таблица 15.5

Снегозаносимость дороги (участка)	Обозначение	Величина показателей		
		K_c	$Q_{дср}$, тыс.м/км	$Q_{дсн}$, тыс.м/км
Очень сильная	I	> 0,80	> 35	> 100

Сильная	II	0,51-0,80	21-35	61-100
Средняя	III	0,26-0,50	11-20	36-60
Слабая	IV	0,11-0,25	6-10	16-35
Незначительная	V	< 0,10	< 5	< 15

В первую очередь мероприятия по защите дорог от снежных заносов проводят, если снегозаносимость дороги (участка) очень сильная по трём показателям - K_c, $Q_{дср}$, $Q_{дсн}$, во вторую очередь - по двум и т.д.

Районирование территории по условиям зимнего содержания дорог.

Широкий размах природно-климатических условий на территории России, от которых зависят характеристики (состояния дорог в зимний период и затраты дорожных организаций на их содержание, вызвали необходимость районирования территории страны по условиям зимнего содержания дорог.

Цель районирования состоит в обосновании планирования финансовых и материально-технических ресурсов для зимнего содержания дорог, разработке технических и организационных решений по защите дорог от снежных заносов и борьбе с зимней скользкостью, на дорогах, соответствующих природно-климатическим условиям разных районов. В результате исследований канд. техн. наук Г.В. Бялобжеского и А.А. Кунгурцева было разработано районирование территории по трудности снегоборьбы на автомобильных дорогах с разделением территории бывшего СССР на семь характерных зон [33].

В качестве основного признака районирования был принят объем снега, приносимого к дороге в зимний период. Дополнительно учитывалось влияние рельефа местности, продолжительность зимнего периода, количество снежных осадков за зиму, высота снежного покрова и другие климатические факторы.

После внесения некоторых коррективов это районирование было использовано при разработке районирования территории России по трудности снегоборьбы на автомобильных дорогах, в котором выделено пять характерных районов:

I - районы легкой снегоборьбы. Продолжительность снежного периода 60-100 суток, в отдельных местах до 160 суток в году. Скорость ветра при метелях, как правило, не превосходит 15 м/с, средняя многолетняя высота снежного покрова

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

15-20 см. Объёмы снегоприноса в большинстве случаев не превышают 25-50 м^3/м, только в отдельных случаях доходят до 100 м^3/м.

К районам легкой снегоборьбы относятся: Калининградская область, южная часть Республики Калмыкия, Краснодарский и Ставропольский края, республики Дагестан, Кабардино-Балкария, Чечня, Ингушетия, Северная Осетия, южные части Астраханской и Ростовской областей, Читинская и Амурская области, юго-западная часть Хабаровского края.

II - районы средней трудности снегоборьбы. Продолжительность снежного периода 100-160 суток, а в отдельных местах до 200 суток в году. Объём снегоприноса, как правило, не превышает 100-150 м^3/м.

К районам средней трудности снегоборьбы относятся: Республика Карелия, Ленинградская, Псковская, Новгородская, Костромская, Вологодская, Смоленская, Брянская, Тверская, Ярославская, Владимирская, Московская, Ивановская области, южные части Республики Коми и Архангельской области, Кировская, Пермская, Волгоградская, Томская, Свердловская, Иркутская, Челябинская, Курганская области. Республика Удмуртия, Тюменская область (кроме Ямало-Ненецкого автономного округа), северные части Омской, Ростовской, Астраханской, Нижегородской и Калужской областей, северная часть Республики Калмыкия, Хабаровский край (кроме юго-западной части), республика Тува, Бурятия, Саха (Якутия) южнее Северного полярного круга, Приморский и Красноярский края (кроме юго-западной части и Таймырского автономного округа).

III - районы трудной снегоборьбы. Зимой преобладают сильные ветры и интенсивные метели. Снежные заносы образуются систематически часто большой толщины и плотности. Объемы снегоприноса достигают 250 м^3/м, а в отдельных местах - 400 м^3/м.

К районам трудной снегоборьбы относятся: центральная часть Архангельской области, Тульская, Орловская, Курская, Воронежская, Белгородская, Липецкая, Рязанская, Тамбовская, Пензенская области, республики Мордовия, Татарстан, Марий Эл, Чувашия, Башкортостан, Саратовская и Ульяновская области, южная часть Нижегородской, Омской и Калужской областей, южная часть Мурманской области, Новосибирская и Кемеровская области, юго-западная часть Красноярского края, Республика Алтай, центральная часть Республики Коми, юго-западная часть Магаданской области, южная часть заполярной территории Республики Саха (Якутия).

IV - районы очень трудной снегоборьбы. Ветры переносят зимой значительное количество снега, объёмы снегоприноса достигают 400-600 м^3/м, в отдельных местах - 1000 м^3/м. Отложения от интенсивных снегопадов или снежные заносы большой толщины систематически образуются на участках большого протяжения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

К районам очень трудной снегоборьбы относятся: Самарская и Оренбургская области, Алтайский край (кроме Республики Алтай), Сахалинская область, центральная часть Магаданской области, северные части Мурманской и Архангельской областей, северная часть Республики Коми, Камчатская область (кроме Корякского автономного округа, побережье Камчатского автономного округа и побережье Камчатского полуострова), центральная часть заполярной территории Республики Саха (Якутия), южная часть Ямало-Ненецкого автономного округа.

V - районы особенно трудной снегоборьбы. Продолжительность снежного периода составляет 220-240 суток, а в отдельных местах доходит до 300 суток в году. Скорость ветра при метелях нередко достигает 40-45 м/с, а число суток с метелями доходит до 120-130 за зиму при продолжительности отдельных метелей до 10 суток и более. Объём снегоприноса составляет до 1000 $м^3$/м и более.

К районам особенно трудной снегоборьбы относятся: северная часть Ямало-Ненецкого автономного округа, Ненецкий автономный округ, Таймырский автономный округ, северная часть заполярной территории Республики Саха (Якутия), побережье Чукотского автономного округа в пределах Восточно-Сибирского, Чукотского и Берингова морей (включая Корякский автономный округ).

15.3. Защита дорог от снежных заносов

Общие положения. Заносимые участки дорог можно защитить от снежных заносов тремя путями: задержать переносимый метелью снег на подступах к дороге и вызвать образование снежных отложений на безопасном для дороги расстоянии или заранее подготовленном месте; увеличить скорость снеговетрового потока над дорогой и предотвратить снежные отложения на дороге; полностью укрыть дорогу от снега с помощью специальных сооружений.

Практическое использование получили два первых способа зашиты. Строительство сооружений, полностью защищающих дорогу от попадания снега, кроме противолавинных галерей, еще только начинает находить применение в мировой практике.

Мероприятия по защите дорог от снежных заносов или уменьшению заносимости разрабатывают после выявления причин образования снежных заносов и осуществляют в первую очередь на сильнозаносимых, а затем на других участках (табл. 15.6).

Таблица 15.6

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Очерёдность проведения мероприятий	Категория снегозаносимости	Краткая характеристика параметров
Участки дорог, на которых мероприятия по снегозащите проводятся в первую очередь	Сильнозаносимые участки	Нераскрытые выемки, снегоёмкость подветренного откоса которых меньше суммарного объема снега, приносимого метелями и выпадающего при снегопадах
Участки дорог, на которых мероприятия по снегозащите проводятся во вторую очередь	Среднезаносимые участки	Полувыемки-полунасыпи. Раскрытые выемки. Нулевые места и насыпи, имеющие высоту менее высоты снежного покрова
Участки дорог, на которых мероприятия по снегозащите проводятся в третью очередь	Слабозаносимые участки	Насыпи с ограждениями безопасности. Пересечения в одном уровне. Насыпи с высотой, меньше незаносимой (определяются в соответствии с п. 6.33 СНиП 2.05.02-85)

Классификация снегозащитных сооружений и устройств и принципы их работы.

По продолжительности службы все снегозащитные сооружения и устройства делят на постоянные и временные. **К постоянным** относят средства защиты дорог от снежных заносов и сооружения, которые устраивают при строительстве, реконструкции или ремонте дороги на весь срок её службы. Это совершенствование формы и параметров земляного полотна, аккумуляционные полки в выемках; железобетонные или деревянные снегозадерживающие и снегопередувающие заборы; навесы, галереи; снегоизолирующие сооружения и др.

К временным относят средства защиты, которые ежегодно устраивают или устанавливают осенью или в начале зимы. Это снежные валы и снежные траншеи; деревянные переносные щиты; сетки, полотна и ленты из полимерных или бумажных материалов и др.

По принципу работы снегозадерживающие устройства могут быть разделены на две группы: работающие как сплошные (глухие) преграды и преграды с просветами (решёточные).

Снегогасящие свойства преград характеризуются проницаемостью и просветностью. Проницаемость преграды оценивают коэффициентом

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$r = \frac{V_1}{V_2}$, где V_1 - средняя скорость ветра за преградой; V_2 - средняя скорость ветра на подходах к преграде. Просветность оценивают коэффициентом

$p = \frac{S_1}{S_2}$, где S_1 - площадь просветов; S_2 - общая площадь преграды. Для сплошных преград $p = 0$ и $r = 0$.

Проницаемость и просветность снегозащитных преград оказывает большое влияние на возникновение вихревых зон около препятствий при прохождении ветрового потока, которые, в свою очередь, существенно влияют на форму и объём задерживаемых снежных отложений.

Обратные течения воздуха в вихревых зонах сгоняют снег к преграде, которая заносится с образованием обтекаемой поверхности отложившегося снега. За сплошной преградой формируется мощная вихревая зона (рис. 15.11). При просветности 0,4-0,5 вихревая зона практически отсутствует, а снежный вал за преградой растянут значительно больше, чем за сплошным забором.

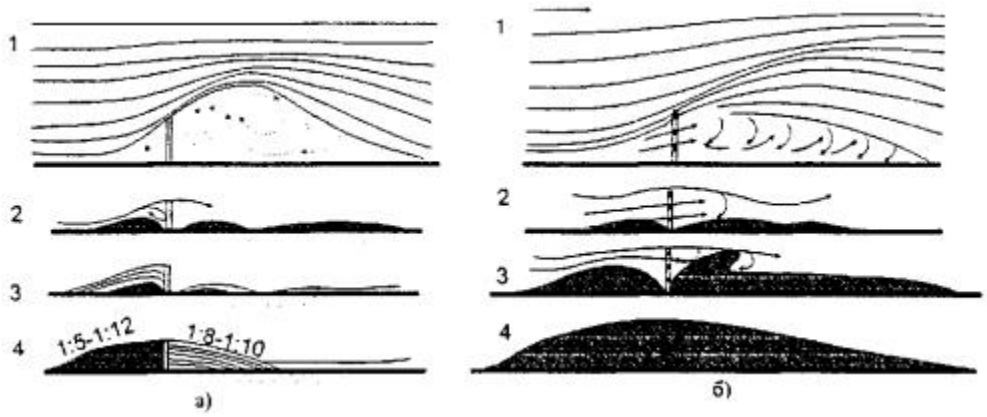


Рис. 15.11. Работа снегозадерживающих заборов:
а - сплошной; б - решётчатый;
1 - направление ветровых струй; 2 - первые отложения снега; 3 - окончание активного периода работы заборов; 4 - заборы занесены снегом и больше не работают

У сплошных преград снег сначала откладывается с наветренной стороны. При достижении высоты вала, равной 2/3 высоты преграды, снег начинает

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

откладываться с подветренной стороны. Когда высота отложений достигнет высоты преграды (преграда зарабатывается), поток свободно обтекает препятствие. Откосы с наветренной стороны имеют крутизну 1:5-1:8, с подветренной стороны - 1:8-1:10.

У преграды с просветностью снег вначале задерживается в виде слоя высотой до 15 см с наветренной стороны. Далее снеговетровой поток, проходя с повышенной скоростью через просветы, проносит снег за преграду, где скорость ветра внезапно снижается, и возникают снегоотложения. В дальнейшем происходит одновременное образование снежного вала с обеих сторон до полной заработки преграды, при которой крутизна с внутренней стороны составляет 1:8-1:10, а с подветренной 1:9-1:12. Поскольку длина снегоотложений у преград с просветами больше, чем у сплошных преград, они задерживают большее количество снега. Объём снегоотложений при полной заработке преграды называется снегоёмкостью защиты. Её можно определить по приближённой формуле,

$W = (1 + n) \times H^2$; м^3/пог. м, где (15.17)

n - коэффициент, для сплошных преград 7-9;

для преград с просветностью 8-12.

Исследования проф. А.К. Дюнина и канд. техн. наук Г.В. Бялобжеского показали, что оптимальные снегозадерживающие устройства должны быть проницаемыми без завихренных зон с просветностью 0,4-0,5. Расстояние от снегозащитных преград до дороги не должно быть меньше 15H, иначе шлейфы отложений достигнут дороги.

Постоянные снегозащитные средства и сооружения. Самым надёжным и экономичным постоянным средством снегозащиты являются **снегозащитные лесонасаждения**. Они являются основным видом защиты автомобильных и железных дорог от снежных заносов. Однако и они обладают рядом недостатков: для их размещения вдоль дорог необходимы значительные земельные площади; лесные насаждения медленно растут и вступают в работу; они требуют постоянного ухода.

Принципы работы, порядок создания и ухода за насаждениями изложены в главе 14.

Совершенствование формы и размеров земляного полотна. Одной из причин образования снежных заносов является нарушение требований снегозаносимости при проектировании земляного полотна или отступления от проектных решений при строительстве. Особенно часто эти нарушения и отступления встречаются на участках выемок. Поэтому служба эксплуатации дорог в процессе ремонта

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

выполняет работы по приданию земляному полотну обтекаемого профиля, уполаживанию откосов, поднятию насыпей и др.

Главными мерами, обеспечивающими незаносимость насыпей, являются подъем земляного полотна до незаносимой отметки и придание поперечному профилю дороги обтекаемого для снеговетрового потока очертания.

Высоту снегонезаносимой насыпи необходимо определять исходя из двух условий: повышение скорости снеговетрового потока до значения, обеспечивающего перенос снега через земляное полотно без образования снежных отложении; возвышение насыпи над расчётным уровнем снежного покрова с учётом слоя снега, сбрасываемого с поверхности дороги при снегоочистке.

По первому условию высоту снегонезаносимой насыпи определяют по формуле:

$H_н = H_п + DH$, м, где
(15.18)

$H_н$ - высота незаносимой насыпи, м;

$H_п$ - расчётная высота снежного покрова с вероятностью превышения 5 %, м;

DH - возвышение над снежным покровом, обеспечивающее незаносимость насыпи, м. Принимается по СНиП 2.05.02-85 и составляет 1,2 м; 0,7 м; 0,6 м; 0,5 м; 0,4 м соответственно для дорог I, II, III, IV и V категорий. Для выполнения второго условия в формуле вместо H подставляют значение высоты для снега, сбрасываемого с дороги при снегоочистке H_{co}, которое определяют в зависимости от высоты снежного покрова (рис. 15.12). Из двух значений высоты снегонезаносимой насыпи следует принимать большее.

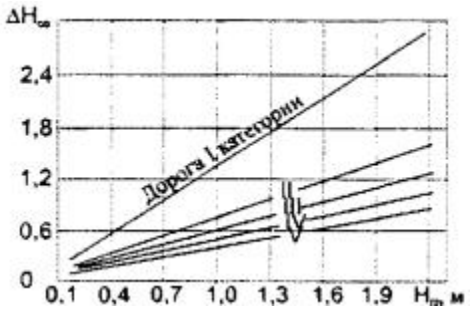


Рис. 15.12. График необходимого превышения незаносимой насыпи DH_{co} над уровнем снежного покрова (по оси абсцисс отложена высота снежного покрова)

Для улучшения обтекания земляного полотна снеговетровым потоком, особенно на пересечениях дорог, следует по возможности уменьшать количество

ограждений, столбиков и других препятствий, задерживающих снег, переносимый метелью.

На участках выемок чаще всего уполаживают откосы, устраивают аккумуляционные полки или полости. При этом исходят из того, что выемки с крутыми откосами незаносимы, если объём снегоприноса к дороге меньше объёма снега, который может разместиться на подветренном откосе выемки. Условие незаносимости выемок с крутыми откосами имеет следующий вид:

W_{OT} $W_i + W_n$, где
(15.19)

W_{OT} - снегоёмкость откоса выемки, м^3/пог. м;

W_i - объём снега, попадающего на откос при снегопадах, м^3/пог. м;

W_n - объём снега, поступающего к откосу с поля, м^3/пог. м.

Обычно в выемках глубиной от 1 до 6 м откосы уполаживают от 1:4 до 1:6.

Чтобы обеспечить незаносимость выемок глубиной до 1 м, их раскрывают или разделывают под насыпи.

Исследования канд. техн. наук Е.П. Андрулиониса показывают, что в начале зимы, когда поперечный профиль раскрытых выемок не искажён снегоотложениями, значительная часть переносимого метелями снега действительно проносится через выемки. Однако в процессе очистки дороги поперечный профиль раскрытых выемок неизбежно искажается и количество задерживающегося в них снега быстро растет, пока пронос не прекращается полностью. С этого времени раскрытие выемки прекращается в сильно заносимые. По указанным причинам такие выемки везде ограждают средствами снегозащиты. В процессе ремонта рекомендуется доводить параметры выемок до следующих профилей:

профиль 1 - раскрытая выемка глубиной до 1 м. Откосы таких выемок разрешается запахивать, причём уклон их назначается от 1:7 до 1:10. Выемки с таким профилем должны ограждаться снегозащитой;

профиль 2 - выемка с крутыми откосами. Устраивают при глубине более 1,0 м в любой местности, кроме случаев, для которых целесообразно применение профиля 3. Если объем снегоприноса больше снегоёмкости наветренного откоса, выемки с таким профилем должны ограждаться снегозащитой;

профиль 3 - выемка глубиной до 6 м с дополнительной полкой для проезда снегоочистителей и глухой преградой переменной высоты. Рекомендуется для

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

участков с особенно ценными сельскохозяйственными землями, где экономически нецелесообразно размещать на полях вдоль дорог снегозащитные устройства постоянного типа или насаждения. В таких выемках с обеих сторон (или с одной, если метелевые ветры имеют устойчивое одностороннее направление) устраивают полки - резервы шириной 4 м и более каждая. Такие полки называют аккумуляционными (рис. 15.13). Размеры полок назначают так, чтобы снег, приносимый за наиболее интенсивную метель, разместился в пределах полки и откоса, а его отложения не выходили на проезжую часть. После метели снег из пределов полки удаляется роторными снегоочистителями.

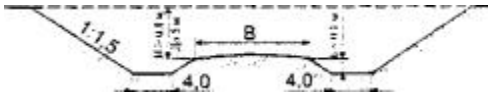


Рис. 15.13. Выемка с аккумуляционными полками

Снегоёмкость откосов выемки уменьшается по направлению от наиболее глубокого места к входам в выемку. Чтобы избежать уменьшения снегоёмкости откосов, грунт, полученный при разработке выемки, отсыпают в виде кавальеров, высота которых нарастает по направлению к входам в выемку (рис. 15.14).

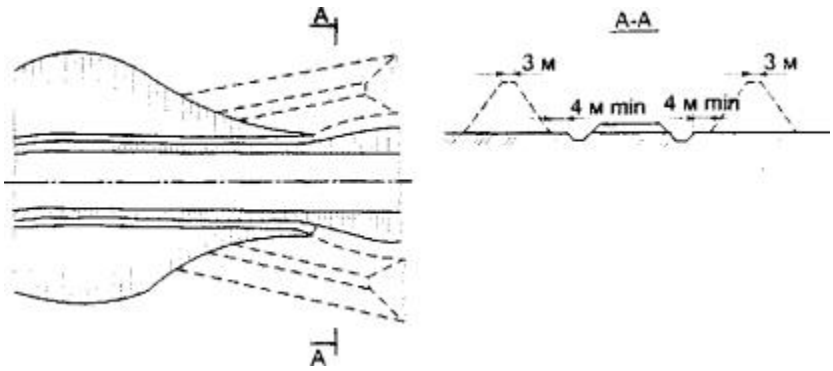


Рис. 15.14. Кавальеры у входа в выемку

Выемки на кривых в плане отличаются сильной снегозаносимостью. Для уменьшения снегозаносимости и улучшения условий движения в выемках с радиусами закруглений до 300 м срезают внутренний откос.

Надёжным средством зашиты дорог от снежных заносов служат высокие **снегозадерживающие заборы**. Предельный объём снега, который может задержать забор снегозадерживающего действия, зависит от его высоты. Необходимую высоту забора определяют исходя из объёма снегоприноса к дороге:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$H_3 = 0{,}34\sqrt{W_{cд}} + H_n, \text{ м,}$$ где

(15.20)

$W_{cд}$ - объем снегоприноса, м^3/м, из расчёта 7 %-ной обеспеченности;

H_n - средняя многолетняя наибольшая высота снежного покрова в данной местности, м.

Заборы выше 5 м по технико-экономическим соображениям делать не рекомендуется. Если по расчёту требуется большая высота, устраивают два, три и более рядов заборов. Общая снегосборная способность заборов, поставленных в несколько рядов:

$$W_3 = \alpha \cdot (n-1) \cdot H_3 \cdot l + K_1 \cdot H_3^2, \text{ м}^3/\text{м,}$$ где

(15.21)

а - коэффициент, характеризующий степень заполнения снегом пространства между рядами заборов (можно принимать а=0,8);

n - количество рядов заборов;

l - расстояние между рядами заборов, м, которое следует принимать равным 30H;

K_1 - опытный коэффициент, равный 8.

Снегозадерживающие заборы бывают двухпанельные (рис. 15.15, а) с просветностью решётки 50 % и однопанельные (рис. 15.15, б) с просветностью решетки 70 %. Однопанельные заборы в основном применяют для вторых и третьих рядов многорядных линий заборов, двухпанельные - при устройстве заборов в один ряд или в ближайшем к дороге ряду многорядных линий заборов. Заборы строят из дерева или делают сборными из железобетона.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

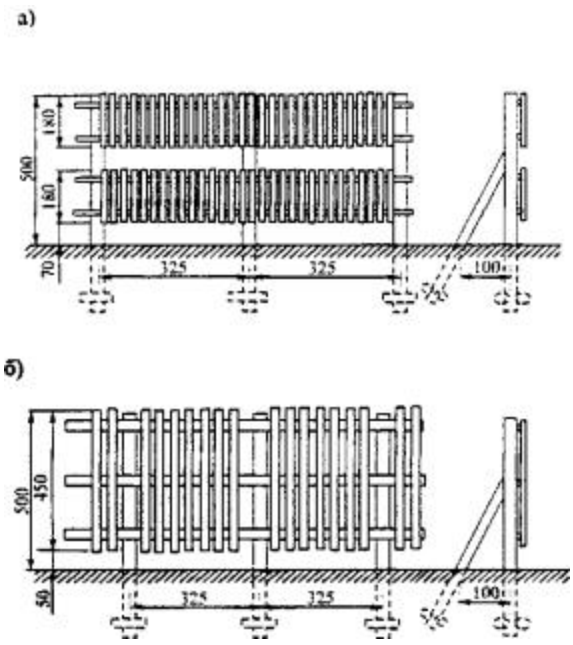


Рис. 15.15. Снегозащитные заборы:
а - двухпанельные; б - однопанельные

В зависимости от направления господствующих метелевых ветров и рельефа местности принимают следующие расстояния установки заборов от дорог (выраженные в высотах заборов): 15-20 высот, если местность горизонтальная или имеет подъём от забора к дороге; 20-25 высот, если местность спускается от забора к дороге (в обоих случаях меньшее расстояние для ветров, подходящих к забору под острым углом, большее - для ветров, угол подхода которых близок к прямому). Если по каким-либо причинам забор нельзя удалить от дороги на нужное расстояние, допускается сократить расстояние до 10 высот при условии уменьшения просветности его решётки до значения P = 0,3. Расстояние между рядами многорядных заборов следует делать равным 30 высотам. В особенно многоснежные и метелевые зимы можно усиливать забор установкой дополнительных линий переносных щитов.

Снегозадерживающие заборы с изменяющейся просветностью. Основным показателем эффективности снегозащитных устройств является снегозадерживающая или снегосборная способность, которая зависит от геометрических размеров и просветности этих устройств. Исследования канд. техн. наук В.А. Тихонова показали, что каждой скорости ветра при метели соответствует определенная величина просветности, при которой снегосборная способность снегозадерживающего устройства является максимальной (Тихонов В.А. Обоснование требований к параметрам и области применения снегозащитных устройств с изменяющейся просветностью: Дис. ...канд. техн. наук. - М., 1999. - 250с).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Чтобы обеспечить эффективную работу снегозадерживающего устройства, необходимо, чтобы его просветность изменялась автоматически вместе с изменением скорости ветра:

$$P = 1 - a \cdot \sqrt[3]{\frac{V_\infty - V_к}{V_к}},$$ где

(15.22)

P - требуемая просветность снегозадерживающего устройства, в долях единицы;

а - коэффициент, зависящий от ширины земляного полотна, требований к допустимой толщине слоя снега на ее поверхности и насыщенности метели, колеблется от 0,35 до 0,5;

V - скорость ветра при метели, м/с;

$V_к$ - критическая скорость начала метели, м/с.

Из этой зависимости следует, что чем выше скорость ветра во время метели, тем меньше должна быть просветность (рис. 15.16).

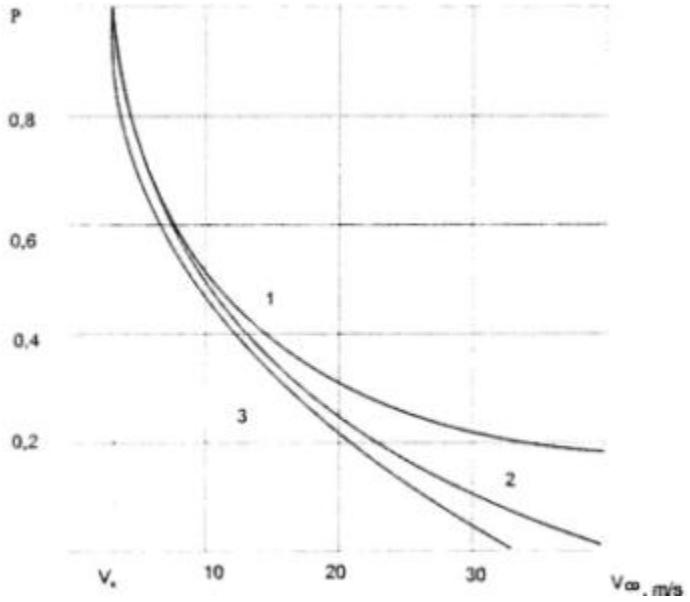


Рис. 15.16. Зависимость оптимальной просветности от скорости ветра при ширине земляного полотна:
1 - 28,5м; 2 - 15м; 3 - 12м

Обеспечить изменение просветности снегозадерживающих устройств можно многими способами. Учитывая различие скорости ветра по высоте, наиболее целесообразно применение устройств с горизонтальным размещением осей вращения элементов (рис. 15.17). Установлено, что при равной высоте заборы с изменяющейся просветностью задерживают снега значительно больше, чем обычные заборы или щиты с постоянной просветностью.

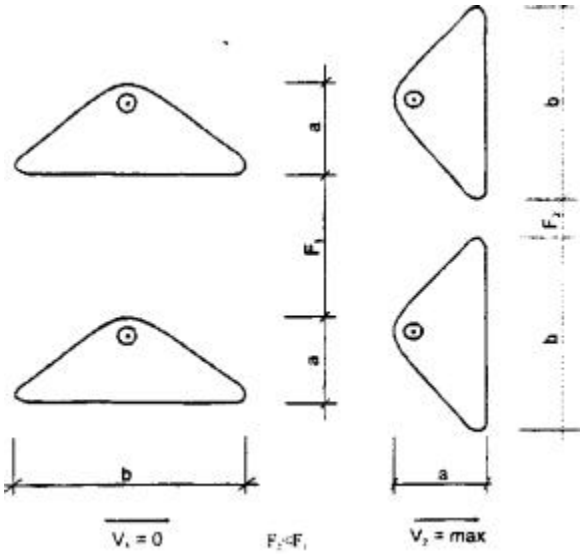


Рис. 15.17. Принцип работы забора с изменяющейся просветностью:
F_1 - просветность при отсутствии ветра; F_2 - при максимальной скорости ветра

Заборы снегопередувающего действия составляют особую группу снегозащитных устройств. Их работа основана на увеличении скорости снеговетрового потока в момент его прохождения над дорогой, что предотвращает образование на ней снежных отложений (рис. 15.18). Забор снегопередувающего действия рекомендуется применять при одновременном соблюдении следующих условий: а) господствующие ветры направлены под постоянным углом от 50 до 90° к оси дороги; б) при сухом и легко подвижном снеге; в) при объёме снегопереноса более 300-350 м^3/пог. м.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

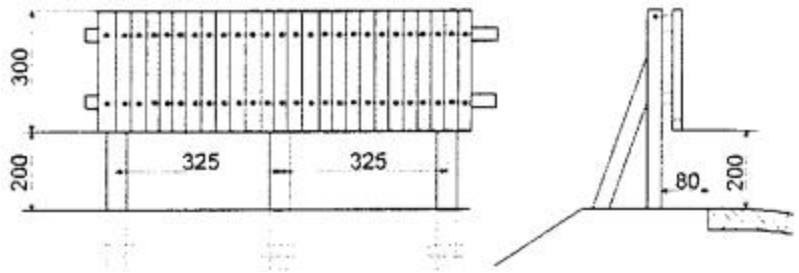


Рис. 15.18. Снегопередувающий забор

Защищать заборами снегопередувающего действия можно выемки глубиной до 5 м, низкие насыпи и нулевые места. Для защиты полувыемок-полунасыпей на косогорах заборы снегопередувающего действия следует применять при условии, если уклон косогора не превышает 45°.

Заборы снегопередувающего действия можно строить из дерева или делать сборными из железобетона или керамзитобетона.

Снегоизолирующие постоянные сооружения предназначены для полной защиты от снегопадов и метелей. Конструктивно такая снегозащита выполняется в виде галерей в горных районах. Для защиты от метелей и снегопадов можно устраивать лёгкие ограждающие конструкции на наиболее опасных по снегозаносимости участках дорог в виде навесов из полиэтиленовых плёнок, надувных навесов или из других лёгких материалов и конструкций (рис. 15.19).

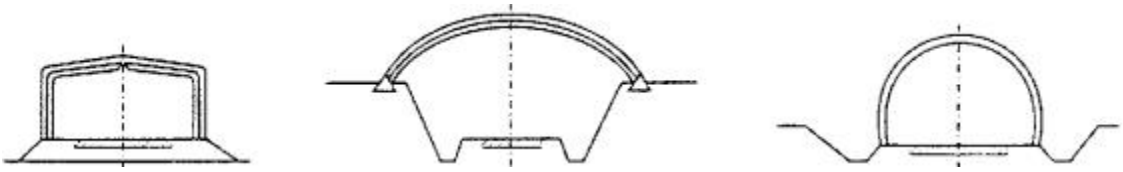


Рис. 15.19. Снегоизолирующие постоянные сооружения

Временные снегозадерживающие устройства. Простейшими из них являются снежные стенки или валы вдоль дороги высотой 0,5-0,8 м, которые устраивают различными снегособирателями (риджерами). Лучше работают стенки с разрывами, стенки из отдельных столбов или пирамид. Снежные валы и траншеи можно устраивать, когда толщина снегового покрова будет не менее 20 см.

Наиболее широко применяют **снежные траншеи**. Их прокладывают в снежном покрове проходами двухотвальных тракторных снегоочистителей или бульдозеров. Снегосборная способность траншеи (объём снега, который может задержать 1 м траншеи) при глубине 1,5 м и ширине, создаваемой за один проход двухотвального тракторного снегоочистителя, составляет в среднем 12 $м^3$/м. Однако в обычных условиях эта способность значительно меньше.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Снегозащитные траншеи прокладывают в несколько рядов параллельно дороге. Число работоспособных траншей, которое необходимо одновременно иметь для надёжной защиты дороги, назначают с учётом объёма снегоприноса:

Объём снегоприноса, $м^3/м$	100	200	>200
Число работоспособных траншей не менее, шт.	3	4	5

Оптимальное расстояние, которое следует назначать между осями соседних траншей, составляет 12-15 м. Ближайшая к дороге траншея должна быть расположена не ближе 30 м и не дальше 100 м. На расстоянии 12-15 м от старых траншей прокладывают новые.

В начале зимы при небольшой толщине снежного покрова (меньше 0,30 м) траншеи получаются неглубокими и имеют малую снегосборность. В этих условиях целесообразнее устраивать снежные валы.

Переносные деревянные щиты. Наиболее медленно заносятся снегом щиты с неравномерно распределенным заполнением, при котором решётка сгущена в верхней части и разрежена в нижней.

Применяются четыре типа щитов с разреженной нижней частью (рис. 15.20).

Щиты типа I применяют в районах с объёмом снегоприноса более 100 $м^3/м$ и скорости ветра более 20 м/с; типа II - в районах с объёмом снегоприноса менее 100 $м^3/м$ и скорости ветра более 20 м/с; типа III - при объеме снегоприноса более 100 $м^3/м$ в районах со скоростью ветра менее 20 м/с; типа IV- при объёме снегоприноса менее 100 $м^3/м$ в районах со скоростью ветра менее 20 м/с.

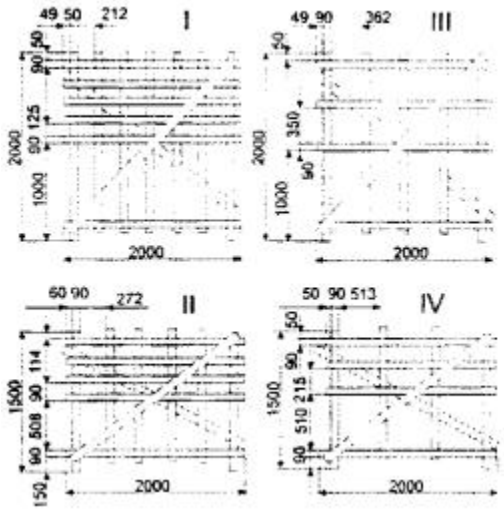


Рис. 15.20. Типы щитов с разреженной нижней частью:
1 - высота 2 м, общая просветность 50 %, просветность нижней половины 60 %, верхней половины; 40 %
II - высота 1,5м, общая просветность 50 %, просветность нижней половины 60 %, верхней 40 %;
III - высота 2 м, общая просветность 60 %, просветность нижней части 70 %, верхней части 50 %;
IV - высота 1,5 м, общая просветность 60 %, просветность нижней части 70 %, верхней части 50 %

Для надлежащей прочности щитов с разреженной нижней частью их вертикальные планки, которые несут основную нагрузку от ветра в процессе работы, делают толщиной 16 мм, остальные планки (диагонали и горизонтали) имеют толщину 12-13 мм. Наряду с деревянными снегозащитными устройствами в последние годы все шире начинают применять снегозащитные ограждения из синтетических материалов.

Эффективность действия снегозащитных ограждений зависит не только от их конструкции, но и от способов установки и перестановки. Щиты обычно устанавливают к кольям и привязывают к ним. На каменистом или скальном грунте ввиду невозможности забить колья щиты ставят в «козлы» (с наклоном друг к другу), прочно связывая верхние концы. В такой установке щиты неустойчивы и могут быть повалены, поэтому, как только у щитов накопятся снежные отложения толщиной 25-30 см, их ставят вертикально, обваливают низ снегом и притрамбовывают его.

Наиболее эффективно задерживают снег щиты, установленные сплошной линией. При недостатке щитов, а также в районах с интенсивными метелями вместо сплошных линий можно ставить щитовые линии с разрывами в один щит через каждые три-четыре щита. Щитовые линии с разрывами следует допускать лишь на среднезаносимых и слабозаносимых участках при небольшой интенсивности движения.

Щиты жёсткой конструкции по мере отработки переставляют на вершину образующегося около них снежного вала. Перестановку нужно производить, когда высота вала составит от 2/3 до 3/4 высоты шита (меньший предел для районов с интенсивными метелями). Вместо первой перестановки щиты можно просто поднимать по кольям и привязывать к ним, если колья достаточной высоты.

Щиты очень трудно переставлять при сильном ветре. В районах с интенсивными и продолжительными метелями нередко нет возможности переставить щиты во время метели. В таких районах их ставит в два, фи и более рядов. Расстояние между рядами в многорядных линиях принимают равным 30 высотам щита.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Расстояние установки от дороги одиночных щитовых линий назначают с учётом снегоприноса (для щитов 2-метровой высоты):

Объём снегоприноса, $м^3/м$	25	50	75	>75
Расстояние установки не ближе, м	30	40	50	60

Максимальное удаление одиночных щитовых линий от дороги не должно превышать 100 м. Ближайший к дороге ряд многорядных щитовых линий не должен быть ближе 20 высот щита.

Щитовые линии обычно располагают параллельно дороге, но при преобладании косых ветров (дующих под острыми углами к дороге) рекомендуется ставить через 60 м перпендикулярно к основной щитовой линии короткие звенья щитов с таким расчетом, чтобы концы этих звеньев подходили к дороге не ближе чем на 10-15 м. При постоянстве зимних ветров, устойчиво дующих под острым углом к дороге, можно ограничиться косой установкой звеньев щитов 1 по отношению дороги, но перпендикулярно направлению метелевых ветров (рис. 15.21, а) ближайший к дороге край звена щитов находился не ближе 15 м от бровки земляного полотна.

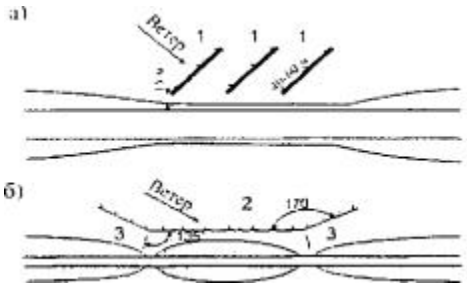


Рис. 15.21. Особые случаи установки щитовых линий

Места перехода из выемки в насыпь ограждают, как показано на рис. 15.21, б. Концы щитовых линий 2 снабжают разветвлёнными отводами 3 под углами 135° в сторону дороги и 170° от дороги к основной щитовой линии. Между отводом и основной линией делается разрыв в 4 м.

При объёмах снегоприноса до 75 $м^3/м$ рекомендуется применять сетки на полимерной основе с просветностью 50-70 % и временные пространственные средства снегозащиты (пластиковые шиты). Расстояние от места установки сеток и временных пространственных средств снегозащиты до бровки земляного полотна должно составлять 30 высот защитной линии (рис. 15.22).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

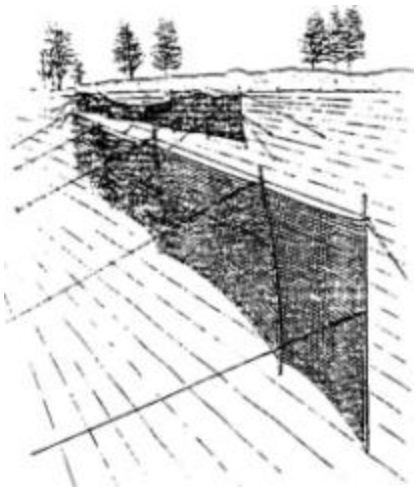


Рис. 15.22. Снегозащитный забор из полимерной сетки

Область применения средств снегозащиты с учётом обеспечения требуемого состояния покрытия проезжей части представлена в табл. 15.7.

Таблица 15.7

Вид защиты	Категория дороги			
	I	II	III	IV, V
	Максимальная расчётная интенсивность снегоприноса, кг/(м-с)			
Щиты с просветностью 50 % (высотой 2 м)	0,2	0,2(12)	0,1(10)	0,1(10)
Сетки с просветностью 50 % (высотой 2 м)	0,2	0,2(12)	0,1(10)	0,1(10)
Снегозадерживающие заборы с просветностью 35 % (высотой 5 м)	0,6(17)	0,6(17)	0,4(16)	0,4(16)
Временные пространственные средства снегозащиты	0,6(17)	0,6(17)	0,4(16)	0,4(16)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Устройства с изменяющейся просветностью (высотой 2 м)	Могут применяться при метелях любой интенсивности			
Снегозащитные лесные полосы				
Снежные траншеи (не менее 3 рядов)	0,1	0,1	0,1	0,1
Снегопередувающие заборы	Не применимы	Применимы при интенсивности метелей 1,0 кг/(м×с)		

Примечание. В скобках указана скорость ветра, м/с.

15.4. Очистка дорог от снега

Снег на поверхность дорог неизбежно попадает при снегопадах, верховых метелях, сходах лавин. Поэтому составной частью зимнего содержания является снегоочистка, стоимость которой составляет 40-50 % от общих затрат на зимнее содержание. Различают следующие виды снегоочистительных работ: патрульная снегоочистка; удаление валов; расчистка снегопадных отложений и снежных заносов небольшой толщины; расчистка снежных заносов значительной толщины; расчистка лавинных завалов.

Очистку автомобильных дорог от снега производят специальными снегоочистительными машинами, условия применения которых приведены в табл. 15.8. Основной вид очистки дорог от снега - патрульная снегоочистка, которая производится периодическими проходами плужных и плужно-щеточных снегоочистителей по закрепленному участку в течение всей метели или снегопада. Патрульная снегоочистка производится одиночными снегоочистителями или отрядом плужно-щеточных снегоочистителей, движущихся уступом с интервалом 30-60 м с перемещением снега от оси дороги к обочине с перекрытием следа на 0,3-0,5 м.

Таблица 15.8

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Машина	Предельная плотность снега, г/см^3	Предельная толщина слоя снега, м		Целесообразная область применения	
		при полной ширине захвата	при неполной ширине захвата	Основная область применения	Возможная область применения
Одноотвальный плужный снегоочиститель	0,3	0,3	0,7	Патрульная снегоочистка	Уширение полосы расчистки
То же, с боковым отвалом	0,3	0,3	-	Уширение полосы расчистки при патрульной снегоочистке	Патрульная снегоочистка
То же, со средним ножом	0,5	0,1	0,3	Ликвидация снежного наката в начальной стадии его образования	Патрульная снегоочистка
Двухотвальный плужный снегоочиститель на автомобильном шасси	0.4	0,4	0,8	Расчистка снежных заносов до 0,5 м	Уширение полосы расчистки
Двухотвальный снегоочиститель на шасси трактора	0,6	1,0	1,2	Прокладка снегозащитных траншей. Устройство автозимников	Расчистка заносов. Прокладка колонных путей

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Шнекороторные и фрезернороторные снегоочистители	0.6	1,5		Расчистка снежных заносов или снегопадных отложений большой толщины. Удаление снежных валов. Расчистка лавинных завалов	
Автогрейдеры	0,6	0,5	0,6	Расчистка снежных завалов и снегопадных отложений средней толщины	
Бульдозеры	0,7	1,0		Расчистка снежных отложений большой толщины	Прокладка снежных траншей
Валоразбрасыватели	0,6	1,5		Удаление снежных валов	

Очистку необходимо начинать сразу же с момента снегопада или метели. При задержке с началом работ рыхлый снег колесами автомобилей превращается в накатный слой, практически не снимаемый при патрульной снегоочистке.

Снегоочистительные машины должны работать на скорости не менее 30-35 км/ч с целью повышения производительности и дальности отбрасывания снега за пределы дорожного полотна, которая зависит от скорости движения:

Скорость движения снегоочистителя, км/ч	30	35	40	45	50	60
Дальность отбрасывания снега, м	6,7	9,2	10,2	12,1	12,8	17

С увеличением толщины снега на проезжей части от 10 до 30 см скорость движения снегоочистительных машин снижается с 50 до 35 км/ч.

На участках дорог, проходящих по косогорам (в полунасыпи или в полунасыпи-полувыемке), снегоочистку рекомендуется начинать со стороны верхового откоса и перемещать снег последовательными проходами в сторону низового откоса.

Технологическая схема работы патрульных машин зависит от ширины очищаемой поверхности дороги, направления и скорости ветра. Звено снегоочистительных машин подбирают так, чтобы за один проход в одном направлении снег убирался с половины очищаемой поверхности дороги без образования валов на обочине более допустимой толщины. Требуемое количество снегоочистителей определяется по формуле (15.2) (см. раздел 15.1).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Расчистка двухполосных дорог при отсутствии сильного бокового ветра производится от оси к обочинам (рис. 15.23) последовательными круговыми проходами звена одноотвальных плужных снегоочистителей с отбрасыванием снега за пределы земляного полотна.

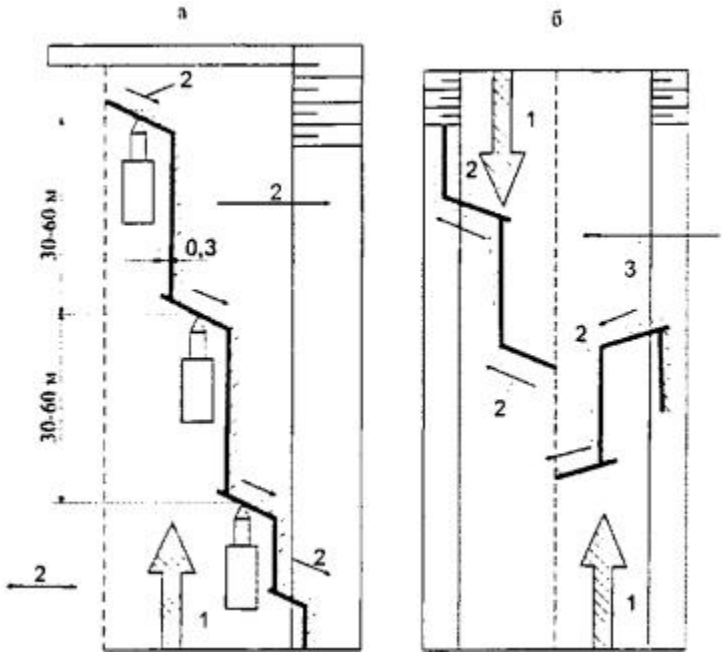


Рис. 15.23. Технологические схемы очистки дорог от снега:
а - от оси к обочинам; б - от одной обочины к другой по направлению ветра;
1 - направление движения снегоочистительных машин; 2 - направление отбрасывания снега; 3 - направление ветра

При очищаемой поверхности до 8-9 м расчистка может быть выполнена одним мощным скоростным снегоочистителем с дополнительным боковым отвалом. При наличии бокового ветра со скоростью 6-10 м/с расчистка выполняется проходами плужных одноотвальных снегоочистителей с перемещением снега от наветренной обочины к подветренной. В этой технологии необходимо менять положение отвала в конце очищаемой захватки или применять снегоочистители с поворотными отвалами.

Следует иметь в виду, что при одностороннем перемещении снега по всей ширине очищаемой полосы после последнего прохода плужного снегоочистителя на обочине может образовываться снежный вал. Для его удаления в состав звена очистительных машин необходимо включать валоразбрасыватель.

Усиленная снегоочистка или расчистка снегозаносов небольшой толщины. Во время сильных метелей и снегопадов, когда на отдельных участках дорог образуются снежные косы и переметы, или накопились снежные отложения толщиной более 20-30 см, в состав звена по очистке дорог включают плужный

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

двухотвальный снегоочиститель, который движется по оси дороги и пробивает косы и переметы, а идущие за ним одноотвальные снегоочистители сдвигают снег к обочинам, расчищая дорогу на полную ширину.

Снежные валы удаляют с помощью роторных снегоочистителей. Если валы сдвинуты на кюветы, то для их удаления применяют роторные снегоочистители на гусеничном ходу или валоразбрасыватели с выносным рабочим органом. При отсутствии таких машин для удаления валов, расположенных над кюветами, применяют автогрейдеры или универсальные бульдозеры в комплексе с роторными снегоочистителями на колесном ходу. Автогрейдер сдвигает снег из вала на дорожное полотно, а роторный снегоочиститель отбрасывает его в сторону.

Существенные помехи возникают при очистке дорог от снега на участках, где установлены ограждения, направляющие столбики, а также на путепроводах и мостах, с которых нельзя сбрасывать снег вниз.

С целью обеспечения высокой скорости снегоочистки и обеспечения очистки и обеспечения очистки верхней части насыпи на всю её ширину, особенно в районах с интенсивной метелевой деятельностью, рекомендуется производить демонтаж съёмных конструкций ограждений безопасности (за исключением участков подходов к мостам и путепроводам) с одновременной установкой направляющих вешек на расстоянии 30-50 м одна от другой по бровке земляного полотна.

Направляющие вешки должны быть установлены в створе размещения труб (над оголовками с каждой стороны дороги) и в начале и в конце мостовых переходов (у начала и окончания ограждений безопасности с каждой стороны дороги). Для беспрепятственного движения снегоочистительных машин при уборке снега с обочин необходимо устанавливать сигнальные столбики с отгибами (см. гл. 13).

На участках с ограждениями, за которые можно выбросить снег, эта задача решается путём включения в состав звена автогрейдера и роторного снегоочистителя или валоразбрасывателя. Плужные снегоочистители сдвигают снег к ограждению, автогрейдер перемещает его на обочину и формирует вал, а роторный снегоочиститель выбрасывает его за пределы земляного полотна. Окончательная уборка снега из-под ограждений должна производиться после завершения патрульной снегоочистки средствами малой механизации или вручную.

При очистке от снежных отложений путепроводов, эстакад и мостов может быть два варианта:

снег может быть сдвинут к боковым ограждениям или бордюрам и затем бульдозерами перемещен вдоль моста за его пределы;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

снег плужными снегоочистителями может быть сдвинут к боковым ограждениям, затем автогрейдером отодвинут от него и сформирован в виде вала, после чего шнекороторным снегоочистителем погружен в транспортные средства и вывезен.

Аналогичная технология применима и на участках насыпи с ограждениями, или глубоких выемок, где снег не может быть выброшен за пределы земляного полотна.

Расчистка снежных заносов большой толщины. При расчистке заносов толщиной до 1 м применяют двухотвальные и роторные снегоочистители. Первый проход осуществляет двухотвальный плужный тракторный снегоочиститель. За один проход он расчищает полосу шириной 3,5-4 м, обеспечивая проезд автомобилей в одну сторону, затем по кольцевой схеме он расширяет полосу очистки. Вслед за плужными движется роторный снегоочиститель, который убирает снег из образовавшегося вала и расширяет полосу проезда до необходимой величины (рис. 15.24).

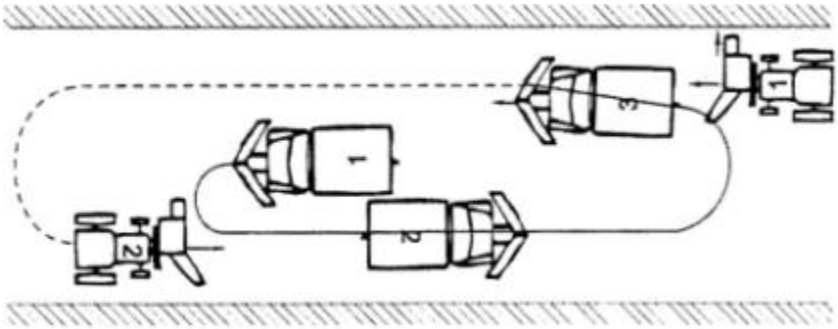


Рис. 15.24. Пробивка глубоких заносов на дорогах двухотвальным плужным и плужно-роторным снегоочистителем:
1-3 - последовательность движения машин

Расчистку заносов толщиной более 1 м выполняют с использованием всей имеющейся техники. Наиболее эффективно применение бульдозера с поворотным ножом, который последовательными проходами перемещает снег к обочине, откуда снег роторными снегоочистителями перебрасывается за пределы полотна. При отсутствии снегоочистителей применяют бульдозеры с неповоротным отвалом, которые расчищают снежные отложения поочередными проходами в одну и другую сторону от дороги под острым углом к её оси. Снег сдвигают на расстояние 15-20 м от бровки земляного полотна.

При очень больших заносах, когда участок дороги полностью занесен снегом толщиной 2-3 м и более, для расчистки можно применять лишь фрезерно-роторные снегоочистители на тракторах с гусеничным ходом. Они могут последовательными проходами расчищать траншею по ярусам высотою до 1,2 м. В начале расчищают

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

траншею для однопутного движения и примерно через каждые 500 м устраивают объезды. Далее траншею уширяют до двухпутного движения. Для очистки пересечений в одном и разных уровнях необходимо разрабатывать специальные схемы движения снегоочистительных машин.

Занесенные выемки при большой толщине отложений (более 2 м) должны расчищаться роторными снегоочистителями на гусеничном ходу. Снег удаляют послойно последовательными проходами вдоль выемки (рис. 15.25).

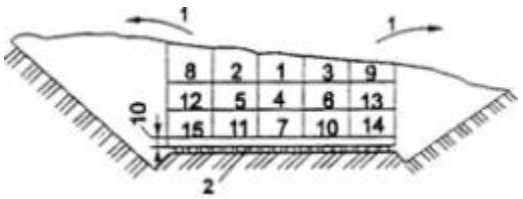


Рис. 15.25. Схема расчистки выемки роторным снегоочистителем на гусеничном ходу:
1 - направление отбрасывания снега; 2 - предохранительный слой снега толщиной 10 см, убираемый автогрейдером

При отсутствии роторных снегоочистителей на гусеничном ходу снежные отложения в выемке разрабатывают бульдозерами совместно с роторными снегоочистителями на колёсном ходу. Потребность в машинах для выполнения объемных работ по очистке дорог от снежных заносов определяют по формуле

$$N_w = \frac{W}{P_э \cdot t_н},$$ где
(15.23)

N_w - потребное количество машин для объёмных работ по снегоочистке, шт.;

W - объём снега, подлежащего уборке за один цикл, м^3;

$P_э$ - производительность одной машины, м^3/ч;

t_n - нормативный срок расчистки дорог, час.

Если нет фактических данных об объемах снегоотложений, их можно ориентировочно определить по формуле

$$W = \sum_{i=1}^{n} W_{cд} \cdot f \cdot L_i,$$ где

(15.24)

n - число участков с сильными заносами;

$W_{cд}$ - снегопринос к дороге, м^3/пог. м;

f - коэффициент задержания снега, который принимают равным 0,9 для выемок и 0,4 для нулевых отметок, низких насыпей, участков с ограждениями;

L_i - длина каждого участка, м.

Ориентировочные затраты машинного времени и труда на снегоочистку приведены в табл. 15.9.

Таблица 15.9

Укрупненные показатели затрат машинного времени и труда на снегоочистку (на 1 км дороги с проезжей частью шириной 7 м)

Вид работы	Операция	Машина / машинист 4-го разряда	
		Наименование	маш.-ч чел.-ч
Патрульная снегоочистка	Очистка с отбрасыванием за бровку дорожного полотна	Плужный одноотвальный автомобильный снегоочиститель на КДМ-130Б	0,24
		То же, с боковым крылом ЭД-207	0,24
	Очистка с оставлением снежных валов	Плужный одноотвальный снегоочиститель на КДМ -130 Б	0,35

	(при толщине снега 10 см и более)	Автогрейдер ДЗ- 31 -1	1,8
	Уборка снежных валов	Роторный снегоочиститель ДЭ-210А	1,17
Расчистка снежных заносов	Пробивка снежных заносов (при толщине снега 0,3-0,5 м)	Двухотвальный плужный снегоочиститель на колесном тракторе К-701	0,12
	Уширение полосы расчистки	Двухотвальный плужный снегоочиститель на колесном тракторе К-701	1,4
		Автогрейдер ДЗ-31-1	4,4
	Удаление снежных валов	Роторный снегоочиститель ДЭ-210 А	2,92
	Окончательная очистка с удалением снега с покрытия	Плужный одноотвальный автомобильный снегоочиститель со щеткой на КДМ-130 Б	0,23
Удаление уплотнённого снега	Скалывание уплотненного слоя снега	Бульдозер ДЗ-18 или автогрейдер ДЗ-99-1-4 с зубчатым ножом на отвале	12,5
	Отбрасывание сколотого снега	Роторный снегоочиститель ДЭ-210 А	1,91

Возможность расчистки дорог во время сильной метели зависит от интенсивности переноса снега, которая может быть столь велика, что полностью отсутствует видимость. Если видимость позволяет вести работы, а количества имеющихся машин достаточно для быстрого удаления снега с дороги, расчистку дорог с высокой интенсивностью движения во время сильных метелей нужно производить обязательно. Соотношение роторных и плужных снегоочистителей должно быть в пределах от 2:10 до 4:10.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При недостаточном количестве снегоочистительных машин отбрасывающего типа, чтобы своевременно и полностью удалять валы, срезать отвесные стенки, образующиеся при снегоочистке, работы во время метели могут привести к резкому увеличению снегонакопления и ускорению образования снежных заносов (рис. 15.26).

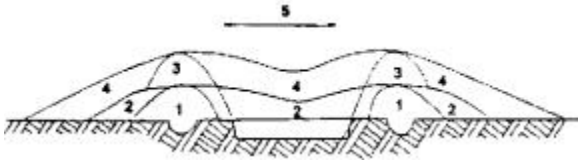


Рис. 15.26. Последствия неполной очистки во время сильной метели:
1 - снежный вал после первой очистки; 2 - снежный занос; 3 - снежный вал после второй очистки: 4 - новый снежный занос; 5 - направление ветра

В этих условиях может оказаться нецелесообразным выполнять работы во время метели, а привести расчистку сразу после ее окончания. В любом случае дорожно-эксплуатационная служба должна принять все меры к предупреждению несчастных случаев с водителями и пассажирами автомобилей, попавших в снежные заносы на дорогах.

Сложно очищать снег на развязках в разных уровнях, особенно на левоповоротных съездах, имеющих малые радиусы поворота. На внутренней части кривых таких съездов в районах с частыми метелями целесообразно устанавливать съемные ограждения и направляющие столбики, которые перед наступлением зимы убирают. Снег с проезжей части убирают внутрь кривой проходами плужных снегоочистителей или автогрейдеров.

Снегоочистку пунктов весового контроля, пунктов учета интенсивности движения, тротуаров и пешеходных дорожек осуществляют средствами малой механизации или вручную после завершения работ по снегоочистке проезжей части. При этом удаление снега с отдельных элементов весов и датчиков, вмонтированных в покрытие проезжей части, целесообразно производить сжатым воздухом, используя для этой цели передвижные компрессорные установки.

Особенности очистки от снега автомобильных магистралей. Особенности зимнего содержания автомагистралей состоят в том, что значительная ширина земляного полотна, наличие разделительной полосы, большого количества различных видов обустройств дороги и плотный многорядный транспортный поток создают помехи для переноса снега, способствуют его отложениям на дороге и усложняют организацию работ по очистке автомагистрали от снега и ликвидации гололёда. Существенные трудности возникают при зимнем содержании многополосных автомагистралей, имеющих несколько разделительных полос, которые являются препятствием для снегопереноса и способствуют отложению снега на проезжей части. Снег с разделительной полосы нужно убирать, так как его

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

наличие приводит к увеличению снегозаносимости проезжей части и переувлажнению земляного полотна в период снеготаяния. Однако эту работу можно производить после окончания метели. Более того, если разделительная полоса имеет значительную ширину и вогнутый поперечный профиль, можно допустить накопление слоя снега толщиной до 1,0 м на этой полосе. В начале весеннего снеготаяния необходимо прорыть продольную траншею по середине разделительной полосы для обеспечения быстрого стока воды. На разделительной полосе с выпуклой и горизонтальной поверхностью накопившийся снег должен быть обязательно убран перед началом таяния.

Особенности зимнего содержания автомагистралей изучены ещё недостаточно. Установлено, что даже на снегонезаносимых по высоте насыпях, где установлены барьеры безопасности, происходит интенсивный занос снега во время метелей. Поэтому автомобильные магистрали рекомендуется защищать от снежных заносов на всем протяжении, где возможен снегоперенос.

К зимнему содержанию автомагистралей применимо большинство мероприятий по зимнему содержанию дорог, но с учетом более жёстких требований к уровню содержания и срокам ликвидации снежных и ледяных отложений.

Патрульную снегоочистку проезжей части автомагистралей целесообразно производить отрядом скоростных плужно-щёточных снегоочистителей с дополнительным боковым отвалом, которые движутся на расстоянии 100-150 м один за другим на максимально возможной скорости, при которой снег отбрасывается далеко за бровку земляного полотна (рис. 15.27).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

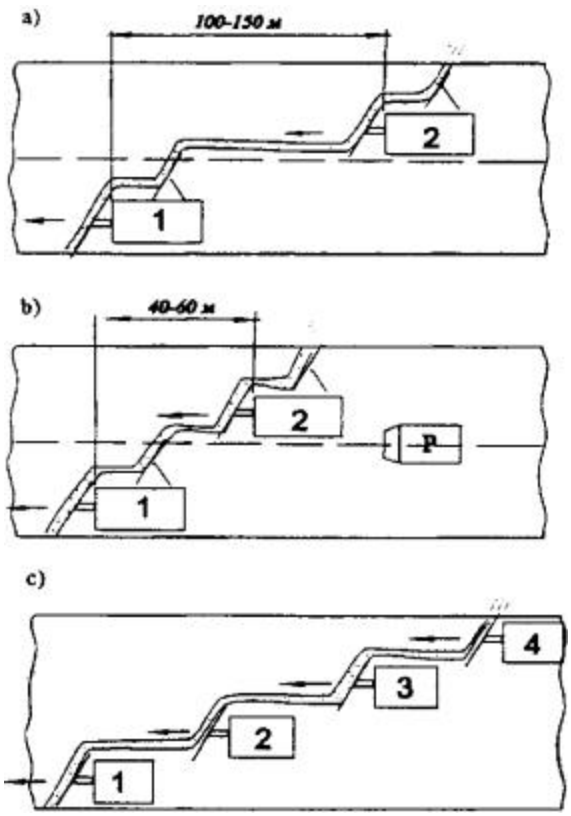


Рис. 15.27. Схемы патрульной снегоочистки автомагистралей:
a - скоростными плужными снегоочистителями боковыми отвалами с возможностью их обгона автомобилями; b - то же, с машиной сопровождения; c - обычными плужными снегоочистителями; 1, 2, 3, 4 - последовательность движения машин; *P* - машина сопровождения

Большое расстояние между снегоочистителями обеспечивает возможность обгона их отдельными автомобилями транспортного потока. Однако при высокой интенсивности движения эти обгоны становятся опасными. В этом случае интервал между снегоочистителями сокращают до 40-60 м и при высокой интенсивности движения организуют их сопровождение машиной службы безопасности движения.

В случае интенсивного снегопада или метели или при невозможности движения снегоочистителя с высокой скоростью на обочине автомагистрали образуется вал. Для его удаления в состав звена включают валоразбрасыватель или шнекороторный снегоочиститель.

Технология очистки от снега многополосных автомагистралей. Опыт зимнего содержания Московской кольцевой автомобильной дороги (МКАД) с высокой интенсивностью транспортного потока показывает, что необходимо обеспечить минимальные помехи движению автомобилей при выполнении технологических операций и выполнять их со скоростью, близкой к средней скорости транспортного потока, за возможно короткий срок и минимальное

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

количество проходов. В противном случае на автомагистрали очень быстро образуются многокилометровые заторы.

Во избежание задержек движения при очистке снега применяют мощную снегоочистительную технику, в том числе фронтальные снегоочистители, оснащённые секционным плугом и боковым отвалом на базе машин МБ 2638, МАЗ-5516 («Супер-МАЗ») и подобные им. Это позволяет уменьшить количество снегоочистителей в колонне, обеспечить сгребание снега за один проход при рабочей скорости снегоочистителей в 45-55 км/ч.

Технология работ по очистке от снега отличается от традиционной тем, что при скоростной уборке в начале снегопада или метели производится распределение химических реагентов распределителями типа ШМИДТ на базе МБ 2638 или МАЗ 5551 (КУМ) с шириной обрабатываемой полосы до 10 м. В зависимости от интенсивности снегопада задается плотность распределения реагентов в диапазоне 5-40 г/м^2. Распределители двигаются уступом, последующий (второй) водитель контролирует распределение по границе первого. В зависимости от интенсивности снегопада и температуры воздуха определяется время выхода снегоочистителей, т.е. выдержка, в течение которой реагент растворяет часть выпавшего снега, а увлажнённый снег колёсами проезжающих автомобилей перемешивается, в результате чего на покрытии образуется увлажнённая масса снега.

Эта операция необходима для того, чтобы избежать уплотнения снега колесами автомобилей. Продолжительность выдержки колеблется от 15 до 30 минут в зависимости от температуры воздуха и интенсивности снегопада или метели. После этого начинается собственно операция по сгребанию и удалению снега с дороги. При сгребании снега колонна широкозахватных снегоочистителей, оснащённых фронтальными плутами и боковыми отвалами (плугами), обеспечивает однопроходную качественную очистку магистрали. Убираемая ширина МБ 2638 (первого в колонне) составляет 5,4-5,5 м, последующих несколько меньше за счет перекрытия следа.

Колонна снегоочистителей после выхода на магистраль выстраивается с дистанцией между снегоочистителями в 15-20 м (рис. 15.28, а). Это расстояние считается оптимальным с точки зрения качества уборки, при котором контролируется перекрытие очищаемой полосы последующим водителем, а также предупреждается обгон колонны попутными транспортными средствами. Колонна снегоочистителей, как правило, сопровождается машиной дорожно-патрульной службы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

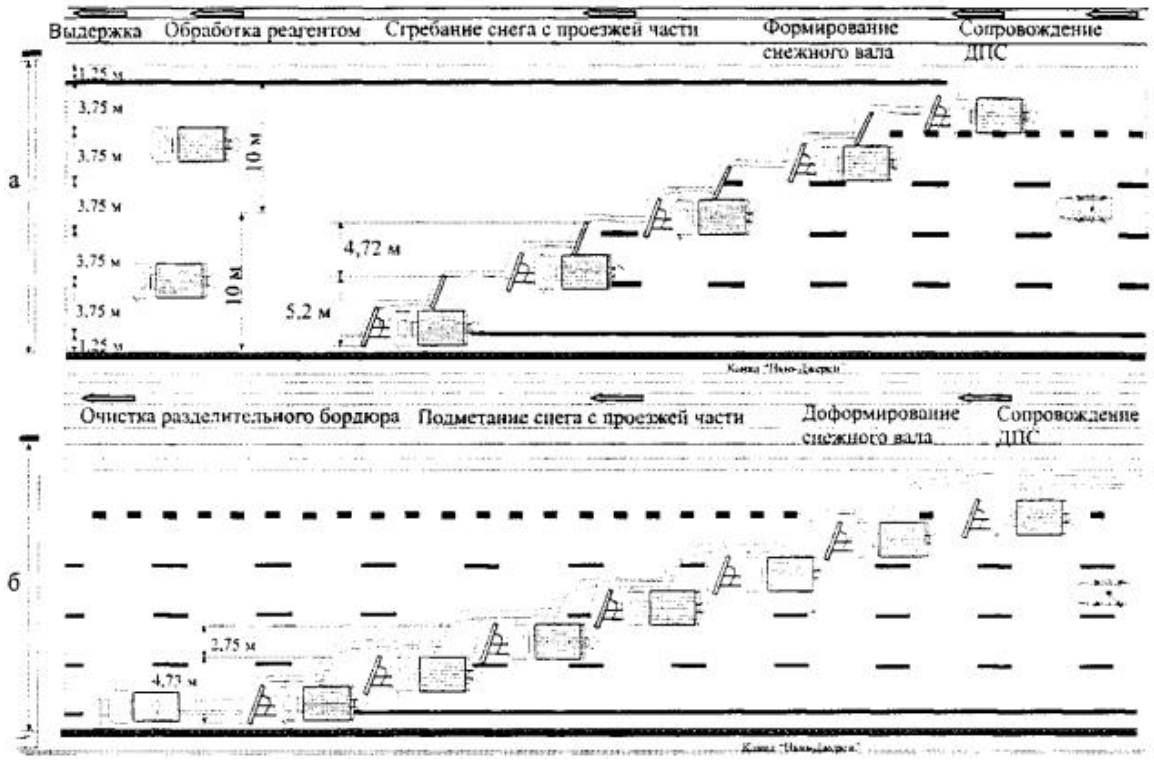


Рис. 15.28. Технологическая карта зимней очистки широких магистралей:
а - сгребание снега с проезжей части широкозахватными снегоочистителями; б - подметание (промёт) проезжей части

При увеличении дистанции и отсутствии сопровождения патрульной машины ГИБДД возрастает чисто водителей, стремящихся обогнать колонну путём проезда между снегоочистителями, что приводит к аварийным ситуациям. В случае наличия в колонне снегоочистителя меньшей мощности, не выдерживающего скорости, его целесообразно ставить в колонне последним справа. При этом попытка обгонов снижается из-за значительного снежного вала, собранного с трёх-четырёх полос. С целью снижения нагрузки на снегоочиститель целесообразно его проход осуществлять с боковым отвалом в транспортном положении. Такая организация обеспечивает большую безопасность работ, так как на крайней полосе возможна кратковременная остановка транспортных средств, для объезда которых необходимо убирать боковой отвал, что снижает безопасность движения и вместе с тем качество работ. Движение колонны осуществляется со скоростью 45-55 км/ч, при этом снежная масса откидывается после прохода снегоочистителя на 1-1,5 м от бокового отвала.

После прохода снегоочистителей на поверхности покрытия остается снежная масса толщиной около 2 см. По окончании сгребания практически следом идут распределители реагентов (на рис. 15.28 не показаны) с плотностью распределения при окончании снегопада 5-10 г/м^2, а при его продолжении - 15-25 г/м^2.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Подметание (промёт) производится сразу после распределения реагентов, если снегопад закончился. В случае если снегопад продолжается, подметание производится после того, как на поверхности покрытия накопятся отложения снега толщиной 2-2,5 см (рис. 15.28, б). Для этого применяют те же МБ 2638 с рабочим оборудованием - фронтальной щёткой и использованием бокового отвала. Фронтальная щётка широкозахватного снегоочистителя отбрасывает снежную массу справа по ходу движения в валик шириной 1-1,3 м, который разравнивается боковым отвалом и отбрасывается еще на 1,5-2 м. По ширине прохода щетки на покрытии остается чистая «черная» поверхность покрытия, а выровненная боковым отвалом снежная масса толщиной 2-3 см попадает под фронтальную щётку следующего в колонне снегоочистителя. После прохода колонны в зависимости от погодных условий проводится последующая обработка проезжей части противогололёдными реагентами.

15.5. Борьба с зимней скользкостью

Виды зимней скользкости и условия ее образования. Зимняя скользкость - ледяные образования и снежные отложения на поверхности дороги, приводящие к снижению коэффициента сцепления колеса автомобиля с поверхностью дороги и ухудшению ровности.

Гололедица - слой льда, образовавшийся в результате замерзания воды, которая находилась на тёплом мокром покрытии и превратилась в лёд при понижении температуры воздуха и охлаждении покрытия до 0°С и ниже.

Гололёд - слой льда, образовавшийся при замерзании осадков, выпадающих на сухое охлаждённое покрытие.

Снежный накат - уплотнённый и обледеневший при многократном воздействии колёс автомобилей слой снега со скользкой поверхностью.

Мокрый снег - кашеобразная смесь влажного снега с водой, образовавшаяся при выпадении мокрого снега из облаков или таяния снежного слоя на покрытии при быстром повышении температуры воздуха.

Рыхлый снег - отложения на покрытии свежевыпавшего или принесённого метелью снега.

Гололедицу и гололёд чаше всего объединяют в одно понятие - гололёд.

Методы борьбы с зимней скользкостью. Все мероприятия по борьбе с зимней скользкостью можно разделить натри группы по их целевой направленности:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

снижение отрицательного воздействия образовавшейся зимней скользкости и повышение коэффициента сцепления колеса с дорогой путём россыпи по обледеневшему покрытию минеральных фрикционных материалов;

удаление с покрытия образовавшегося ледяного или снежного слоя с применением химических, механических, тепловых и других методов;

предотвращение образования снежно-ледяного слоя или ослабление его сцепления с покрытием путём профилактической обработки покрытия противогололёдными химическими веществами или введения противогололёдных реагентов в состав покрытия. Наиболее часто применяемые меры борьбы с зимней скользкостью приведены в табл. 15.10.

Таблица 15.10

Рекомендуемые меры борьбы с отложениями, вызывающими зимнюю скользкость

Снежно-ледяные отложения	Температура воздуха. °С	Рекомендуемые меры борьбы
Тонкие (1-2 мм) ледяные плёнки и корки	От 0 до -12	Распределение химических веществ. Удаление остатков растопленного льда механической щёткой
	От -12 до -20	При кратковременном понижении температуры (не более суток) россыпь фрикционных материалов, смешанных с химическими веществами. Если низкая температура удерживается, распределение химических веществ без фрикционных материалов до полного разрушения ледяных отложений с удалением остатков льда щеткой
	Ниже -20	Распределение химических веществ низкотемпературного действия с последующим удалением остатков разрушенной ледяной корки механической щеткой
Уплотнённый снег, накатанный колёсами	до-10...-15	Удаление с предварительным ослаблением наката распределением химических противогололёдных веществ

автомобилей до скользкого состояния		
Мокрый снег	от 0 до -2	Очистка покрытия автомобильными плужными снегоочистителями со щётками. В необходимых случаях распределение небольшого количества противогололёдных химических веществ

В практике зимнего содержания автомобильных дорог для борьбы с зимней скользкостью применяют фрикционный, химический, физико-химический и другие комбинированные методы.

Фрикционный метод состоит в том, что по поверхности ледяного или снежно-ледяного слоя рассыпают песок, мелкий гравий, отходы дробления, шлак или другие абразивные материалы с размером частиц не более 5-6 мм без примесей глинистых частиц. Предельно допустимая доля пылеватых, глинистых и других загрязняющих примесей не более 3 %. Россыпь производится пескоразбрасывателями или другими машинами. На неопасных участках дорог норма расхода песка составляют от 200 до 700 г/м^2 или около 0,3-0,4 м^3 на 1000 м^2 покрытия. На опасных участках - спусках, перекрёстках, кривых малого радиуса норму расхода практически удваивают.

Рассыпанный абразивный материал повышает коэффициент сцепления до 0,3, но задерживается на проезжей части короткое время - не более 0,5 часа, сносится завихрениями после прохода автомобилей, разбрасывается колёсами и сдувается ветром. Для восстановления сцепных свойств требуются частые посыпки и большое количество пескораспределителей. Песок при хранении в больших объёмах зимой может смерзаться в комья. Для повышения эффективности распределяют подогретый абразивный материал, который проникает в ледяную корку и после примерзания придает поверхности некоторую шероховатость. Фрикционный метод не устраняет скользкость, только на некоторое время уменьшает ее отрицательные последствия.

Комбинированный химико-фрикционный метод состоит в том, что на поверхность покрытия рассыпают фрикционные материалы, смешанные с твёрдыми хлоридами NaCl, KaCl, $MgCl_2$, $CaC1_2$. Песчано-солевую смесь приготавливают на пескобазах путём смешения фрикционных материалов с кристаллической солью в соотношении 9:1; 8:1; 6:1 или 4:1. Достоинством песчано-солевых смесей является то, что они не смерзаются и не слёживаются.

На неопасных участках дорог нормы расхода песчано-солевых смесей составляют от 100 г/м^2 до 400 г/м^2, или 0,1-0,2 м^3 на 1000 м^2 покрытий, а на

опасных 0,3-0,4 м^3. Песчано-солевые смеси распределяют специальными пескоразбрасывателями или комбинированными дорожными машинами с универсальным оборудованием.

Химический способ борьбы с образовавшейся зимней скользкостью заключается в применении для плавления снега и льда твёрдых или жидких химических веществ, содержащих хлористые соли.

Применение химических реагентов позволяет расплавить и устранить лёд и снег, после чего покрытие становится мокрым, а затем высыхает. Таким образом, химический метод позволяет полностью ликвидировать зимнюю скользкость.

Плавление льда химическими реагентами представляет собой сложный физико-химический процесс, в результате которого реагенты плавят лёд и образуют водно-соляной раствор, температура замерзания которого значительно более низкая, чем температура замерзания воды.

Интенсивность процесса взаимодействия характеризуется **плавящей способностью хлоридов** q, т.е. количеством расплавленного льда в граммах одним граммом соли при данной отрицательной температуре воздуха. Плавящая способность вначале возрастает во времени T, а далее по мере наступления динамического равновесия стабилизируется:

$q = a \times T^b$, где
(15.24)

a - коэффициент, зависящий от вида хлорида, равный 1-5;

b - коэффициент, зависящий от температуры воздуха, равный 0,25-0,75.

С понижением температуры воздуха плавящая способность хлоридов снижается и поэтому норма расхода их увеличивается (рис. 15.29).

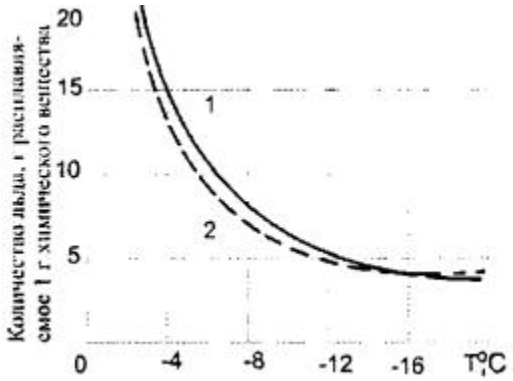


Рис. 15.29. Зависимость количества расплавляемого льда хлористым натрием 1 и хлористым кальцием 2 от температуры

Кроме того, при плавлении льда образуются растворы, которые могут замерзнуть и стать причиной нового обледенения покрытия.

Температура замерзания раствора зависит от концентрации и вида хлоридов. Так, раствор хлористого натрия 23 %-ной концентрации замерзает при температуре -21°С, а раствор хлористого кальция 30 %-ной концентрации при температуре -50°С (рис. 15.30). Наиболее низкая температура замерзания и соответствующая ей наибольшая концентрация раствора называется эвтектической температурой и эвтектической концентрацией, при которых происходит кристаллизация твердого вещества, т.е. соли в растворе. Эта точка на графике называется точкой эвтектики.

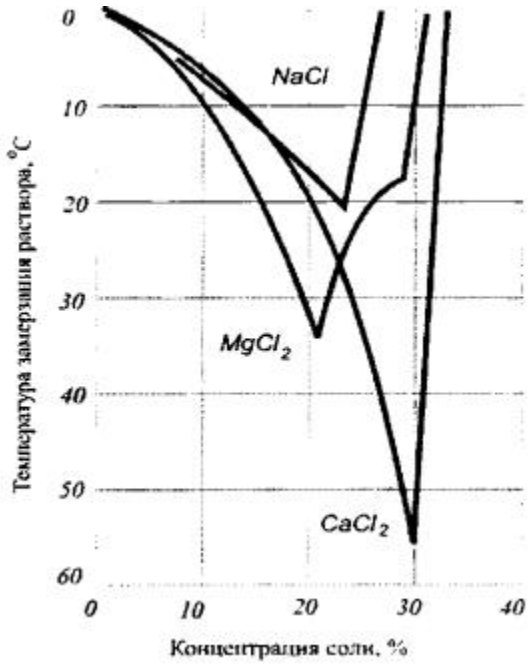


Рис. 15.30. Фазовая диаграмма растворения противогололёдных солей

При достижении эвтектической температуры происходит резкий переход всей массы жидкости в твёрдую смесь, которая состоит изо льда и кристаллов соли, т.е. соль в растворе кристаллизуется.

С учётом некоторого запаса рабочую температуру воздуха для каждого хлорида принимают не более 2/3 от температуры точки эвтектики.

Так, допустимую температуру применения хлористого натрия принимают -10°С, хлористого магния -10°С...-15°С, хлористого кальция -15°С...-20°С.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Химические материалы, применяемые для борьбы с зимней скользкостью. В мировой практике для устранения снежно-ледяных отложений на автомобильных дорогах и улицах городов применяют большой перечень различных химических реагентов. Наиболее часто применяют твёрдые и жидкие хлориды (рис. 15.31).

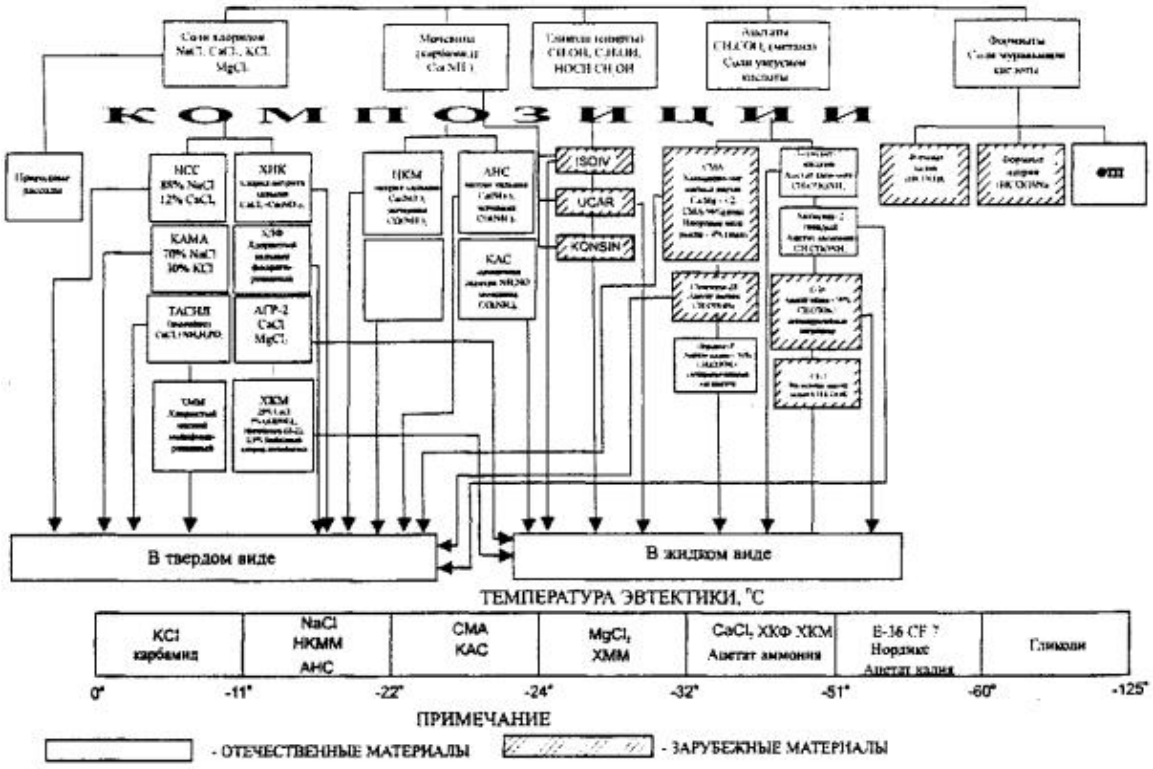


Рис. 15.31. Химические материалы, применяемые для борьбы с зимней скользкостью

Твёрдые хлориды.

Техническая поваренная соль NaCl. Это наиболее распространённая в природе соль (каменная соль, самосадочная соль) в виде минералов галита и сильвинита серого и белого цвета. Из сырья поваренной соли выпускают пищевую соль, содержащую более 93-99,7 % NaCl, и техническую соль, содержащую около 93 % NaCl. Для борьбы с зимней скользкостью применяют молотую соль крупностью от 1,2 мм до 4,5 мм. Хлористый натрий действует медленно, его плавящая способность в первый час в три-четыре раза ниже, чем у хлорида кальция. Эвтектическая температура -21°С, эвтектическая концентрация 23 %.

Техническая соль сильвинитовых отвалов NaCl+KCl - кристаллический продукт розового цвета, отход производства калийных удобрений. Этот продукт по своему химическому составу представляет в основном хлористый натрий (от 90 до 95 %), а также содержит 2-3 % хлористого калия и 0,5-1 % хлористого магния.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Частицы соли сильвинитовых отвалов имеют крупность до 4 мм при наличии отдельных включений крупностью до 10 мм. Недостатком этого продукта является высокая влажность (8-12 %) и поэтому слёживаемость - при положительной температуре и смерзаемость - при низкой отрицательной температуре.

Хлористый кальций $CaCl_2$ - это побочный продукт содового производства. Частицы его похожи на чешуйки диаметром около 15 мм и толщиной 1 мм. Поэтому он называется чешуированным и содержит 67 % хлористого кальция. Это самый быстродействующий материал, время его полного растворения около 0,5 ч.

Хлористый кальций сильно впитывает влагу, поэтому должен поставляться и храниться в полиэтиленовых мешках, не допускающих протекания влаги. Эвтектика хлористого кальция равна -51°С при 32-35 % концентрации, что позволяет использовать для удаления скользкости при низких температурах воздуха.

Хлористый кальций фосфатированный (ХКФ) - это смесь чешуированного хлористого кальция с ингибитором (фосфатом или суперфосфатом). Добавка ингибитора в количестве 5-7 % от массы соли существенно снижает коррозийное действие хлоридов. ХКФ поставляется в полиэтиленовых мешках.

Смеси NaCl + $CaCl_2$. Плавящая способность кальция выше, чем натрия, поэтому создают смеси оптимального состава, применяемые при более низких температурах, чем чистая соль NaCl. Оптимальными являются смеси состава NaCl:$CaCl_2$ 88:12 при условии применения чешуированного хлористого кальция. Отличительной особенностью этих смесей является их неслёживаемость.

Нитрит кальция-мочевина (НКМ) состоит из мочевины $CO(NH_2)_2$ в количестве 60 %, нитрита кальция $Ca(NO_2)_2$ в количестве 36 %, карбоната кальция $CaCO_3$ в количестве 0,5 %, влаги 2,5 % и нерастворимого остатка около 1 %.

НКМ представляет собой гранулированный продукт, малогигроскопичный, хорошо растворимый в воде. Его эвтектическая температура при 48 % концентрации раствора равна 21,7°С. НКМ транспортируют и хранят в полиэтиленовых мешках.

Хлористый магний ($MgCl_2$) - это кристаллическая соль в виде гранул и хлопьев. Получается сушкой раствора природного минерала бишофита, который добывается методом выщелачивания (подземного растворения). Представляет собой кристаллическое вещество желтоватого оттенка. Для придания более качественного товарного вида продукту ЗАО «Бишофит Авангард» дополнительно очищает рассол от жёлтого оттенка. В результате на выходе получают чешуйчатый реагент белого цвета.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В отечественной практике эксплуатации дорог применяется под названием бишофит, биомаг, ХММ (хлористый магний модифицированный). Приготавливается как в жидком, так и в твёрдом виде. В твёрдом виде применяется в виде порошка, гранул и чешуек белого цвета. Содержит хлора меньше, чем остальные хлориды. Плавящая способность около 15 г/г. Эвтектическая температура -33°С при эвтектической концентрации 21,6 %.

Реагент ХКНМ. Представляет собой сложную однородную по всему объему смесь солей хлорида натрия (78-83 %) и хлорида кальция (17-21 %). Гранулы белого цвета, неправильной формы, до 5 мм, средний диаметр частиц 2,5-3,7 мм. Действие реагента предполагает поглощение влаги из воздуха хлористым кальцием ввиду его высокой гигроскопичности. В результате адсорбции влаги хлористым кальцием выделяется тепло. Наличие влаги и тепла, в свою очередь, увеличивает скорость растворения хлористого натрия. Рекомендуется применять до -20°С. Производство компании Глобал-Каустик на заводе в г. Волгограде.

Мочевина (карбамид) $CO(NH_2)_3$. Белое кристаллическое вещество без запаха, основное назначение - органическое удобрение. Гигроскопическая точка 20°С при влажности 80 %, практически не слеживается. Как противогололёдное средство в чистом виде применяется редко ввиду высокой эвтектической температуры -11°С и невысокой плавящей способности. Ввиду низкой коррозийной активности, малой токсичности, минимального влияния на окружающую среду используется для приготовления противогололёдных материалов на её основе.

НКММ. Состав: нитрат кальция $Ca(NO_3)_2$ (20 %), нитрат магния $Mg(NO_3)_2$ (18 %) мочевина $Ca(NH_2)_2$ (60 %) и ПАВ. Твёрдое вещество светло-коричневого цвета, без запаха. Выпускается в виде гранул 2-5 мм - 92,6 % и 1-2 мм 7 %. Практически не слёживается.

Эвтектическая температура - 15°С при 30 % концентрации. Плавящая способность 7 г/г. Температура применения ограничена до -8°С на магистралях с интенсивным движением транспорта, поскольку реагент медленно плавит снег.

Рекомендуемая объёмная норма распределения на 1 мм стекловидного льда при температуре 0...-2°С составляет 40-50 г/м2.

CMA - гранулированный кальциево-магниевый ацетат. Состоит из кальция, магния, доломитовой извести и уксусной кислоты. Выпускается в США в виде гранул неправильной формы (для снижения рассыпчатости) 90 % гранул до 4 мм. Коррозийная активность принимается равной воде. При добавлении 20 % к NaCl коррозия уменьшается на 70-80 %. Используется как антикоррозийная добавка в хлористый натрий в смеси 20 и 40 %. Жидкий CMA применяется в виде 25 % раствора. Эвтектическая температура -18°С, температура применения до -7°С.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Clear way 2s. Базируется на ацетате натрия, представляет собой белые гранулы неправильной формы. Подвержен биоразложению. Эвтектическая температура -18°С при 39 %-ной концентрации. Плавящая способность 4 г/г (при -5°С).

Кроме перечисленных многие отечественные и зарубежные фирмы поставляют различные противогололёдные реагенты.

Слёживаемость твёрдых хлоридов. Недостатком твердых хлоридов является их слёживаемость. Свойство соли слёживаться объясняется тем, что при определённых влажностно-температурных условиях она адсорбирует (поглощает) своей поверхностью влагу из воздуха. Способность соли впитывать воду называется гигроскопичностью. Увлажнение соли происходит, когда влажность воздуха выше гигроскопического порога для данной соли. Этот порог составляет для хлористого натрия 75 % относительной влажности воздуха, а для хлористого кальция и ХКФ - 22 %. Это означает, что CaC1, и ХКФ практически всегда впитывают воду из воздуха. На поверхности каждой частицы образуются новые кристаллы соли, которые служат как бы спайками между зернами соли, что приводит к её омоноличиванию.

Слёживаемость солей можно снизить введением специальных добавок, которые называют реогенами. Одним из реогенов является кровяная соль, добавкой которой слёживаемость можно существенно снизить. Однако эти добавки стоят очень дорого. Поэтому $CaC1_2$ и ХКФ можно перевозить только в полиэтиленовых мешках и другой закрытой таре и хранить в закрытых складах.

Жидкие хлориды. Кроме твёрдых хлоридов для борьбы с зимней скользкостью применяют жидкие хлориды в виде естественных и промышленных рассолов, а также искусственно приготавливаемых растворов.

Жидкие хлориды пригодны только с концентрацией солей более 150 г/л, т.е. с содержанием основного вещества более 15 %. Использовать растворы с меньшим содержанием солей нельзя, поскольку при плавлении льда и снега концентрация раствора будет уменьшаться. Слабоконцентрированный раствор перестаёт расплавлять лёд и при небольшом понижении температуры сам превратится в лёд.

Нельзя проводить работы по борьбе со скользкостью с применением растворов при температуре воздуха ниже значения температуры замерзания применяемого жидкого хлорида, которая составляет от -10 до -17°С для рассолов различного вида и концентрации.

Достоинство применения жидких хлоридов состоит в простоте приготовления и распределения. Недостаток в том, что при доставке раствора к месту его распределения затрачивается лишняя энергия на перевозку воды, количество составляет от 50 до 80 % от общей массы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Жидкие искусственные противогололёдные материалы - это растворы различных твёрдых химических реагентов в воде с концентрацией от 150 до 500 г/л, то есть это крепкие и очень крепкие растворы.

Растворы готовятся в специальных смесительных установках, в которых соль растворяется в воде с перемешиванием лопастями мешалки или при перекачивании воды насосами. Затем раствор закачивается в ёмкости для хранения, откуда самотёком или с помощью насоса поступает в распределители. Растворы могут быть однокомпонентными и многокомпонентными. При приготовлении растворов в них, как правило, вводятся антикоррозийные ингибиторы.

Антиснег-1 (АС-1). Жидкий противогололёдный реагент, представляет 30 %-ный водный раствор ацетата аммония (CH_3COONH_4). Прозрачный, бесцветный с запахом уксуса и аммиака. Для снижения запаха в него вводится отдушка в количестве 0,25 % по массе. Реагент не содержит хлора, позитивно влияет на почву, не оказывает вредного воздействия на зеленые насаждения. Эвтектическая температура -44°С при 30 %-ной концентрации. Для удержания раствора на поверхности в него вводятся добавки водорастворимых эфиров целлюлозы (карбоксиметилцеллюлозы) в количестве 1, 3 и 5 % по массе. Плавящая способность реагента 4,8 г/г (при -5°С).

Нордикс. Жидкий противогололёдный реагент, представляет собой 50 %-ный раствор ацетата калия (CH_3COOK). Прозрачный, бесцветный, со слабым запахом уксуса. Реагент не содержит хлора, не оказывает вредного воздействия на зелёные насаждения. Нордикс имеет в своем составе присадку, которая не вызывает коррозию металлов, сплавов и материалов, применяемых при автомобилестроении. Эвтектическая температура -60°С при 50 %-ной концентрации.

Естественные рассолы широко распространены на многих территориях России. Они залегают на глубине 800-1000 м в артезианских бассейнах (пластовые вода), а также содержатся в солёных озёрах, лиманах. Естественные рассолы многокомпонентны с преобладанием ионов кальция, натрия, магния. Добычу рассолов производят по скважинам, которые могут эксплуатировать сами дорожные организации. Содержание солей в естественных рассолах может достигать 200-300 г/л и более.

Пластовые воды с высоким содержанием хлоридов часто получают на нефтяных месторождениях как отходы при добыче нефти. Кроме того, жидкие хлориды получают как отходы химического и других промышленных производств.

Помимо перечисленных материалов для борьбы с зимней скользкостью применяют многие природные материалы, а также твердые или жидкие отходы промышленности, содержащие хлориды натрия, кальция и магния в количестве не менее 25 %. На применение местных материалов нужно получить разрешение санитарно-эпидемиологической службы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Необходимо иметь в виду, что при применении химических реагентов для плавления льда или снега на поверхности покрытия образуется пленка раствора различной вязкости, что приводит к снижению коэффициента сцепления колёс автомобиля с покрытием на период высыхания этой пленки. Основные характеристики химических реагентов, применяемых для борьбы с зимней скользкостью, приведены в табл. 15.11.

Таблица 15.11

Название реагента	Состояние реагента при применении	Химическая формула реагента	Внешний вид	Эвтектические: температура,°С / концентрация, %	Рекомендуемая минимальная температура при применении, °С	Плавящая способность, г/г при -5°С	Показатель коррозийности, потеря массы за 28 сут, %	Станда
Хлористый натрий	Твёрдое	NaCl	Прозрачно-матовые кристаллы без запаха, гигроскопичны, слеживаются, с водой реакция эндотермическая	-21/23	-12	11,5	6,4	ГОСТ 1
Хлористый кальций	Твёрдое	$CaCl_2 \times 2H_2O$	Чешуйки или гранулы белого цвета, хорошо растворяются в воде, реакция с водой экзотермическая	-51/32	-32	10-12	3.32	ГОСТ 45
Хлористый кальций модифицированный	Жидкое	$CaCl_2$ - 23-27 % карбамид - 0,5 % полибензол пиридинийхлорид 0,05 %	Прозрачная жидкость светло-коричневого цвета без запаха	-15/27	-30	4.5	1,37	ТУ 2149-026-131

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

		(антикоррозийная добавка)						
Биомаг, ХММ	Твёрдое, жидкое	$MgCl_2 \times 6_2O$	Порошок чешуйки белого цвета без запаха	-33/22	-14	15*	2,17	ТУ 2152-001-535
Нордикс (ацетат калия)	Жидкое	$K(CH_3COO)$	Прозрачный, бесцветный со слабым запахом уксуса	-60/50	-34	5,7	0,72	ТУ 2149-004-468
Антиснег (ацетат аммония)	Жидкое	$NH_3 \times (CH_3COO)$	Прозрачный бесцветный с запахом уксуса и аммиака	-44/30	-33	4,8	0,16	ТУ 2149-001-450

* - для твёрдого

Ингибиторы - это химические вещества, которые вводят в состав солей для снижения их корродирующего действия на металлические части автомобилей, дорожных машин, металлических ограждений, опор знаков, пролётных строений мостов и других элементов из металла. Ингибиторы вводят во все применяемые соли и растворы, которые не содержат их в своём составе.

Эффективными ингибиторами являются однозамещённый и двухзамещённый фосфат натрия, простой и двойной суперфосфат (табл. 15.12).

Таблица 15.12

Название хлорида	Название ингибитора, добавляемого в хлорид	Формула	Количество ингибитора, %

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Хлористый натрий в виде соли	Однозамещённый фосфат натрия	$NaH_2PO_4 \times 2H_2O$	2-3
	Двухзамещённый фосфат натрия	$NaHPO_4 \times 12H_2O$	5-7
	Простой суперфосфат	$Ca(H_2PO_4)_2$	5-7
	Двойной суперфосфат	$Ca(H_2PO_4)_2+P_2O_5$	3
Смесь хлористого натрия и хлористого кальция	Однозамещённый фосфат натрия	$NaH_2PO_4 \times 2H_2O$	2-3
	Простой суперфосфат	$Ca(H_2PO_4)_2$	5-7
Рассол хлористо-натриевый	Однозамещённый фосфат натрия	$NaH_2PO_4 \times 2H_2O$	0,5-1,0
	Двухзамещённый фосфат натрия	$NaHPO_4 \times 12H_2O$	2-3

Комбинированный химико-механический метод борьбы с зимней скользкостью состоит в распределении по снежному накату твёрдых или жидких хлоридов, которые расплавляют и ослабляют снежно-ледяной слой, после чего рыхлую массу убирают плужным или плужно-щёточными очистителями, а при их отсутствии - автогрейдерами.

Расход твёрдых хлоридов на 1 мм слоя замерзшей воды колеблется от 15 до 90 г/м^2, а жидких хлоридов от 0,08 до 0,15 л/м^2 в зависимости от вида хлорида и температуры воздуха. Для повышения эффективности и уменьшения расхода хлоридов предварительно устраивают продольные канавки в снежном накате глубиной до 2-5 см и шириной 2 см на расстоянии одна от другой 6 см. Их устраивают автогрейдером, к ножу которого приварены зубья. Распределенные твердые или жидкие хлориды в основном собираются в канавках и быстро разрушают снежный накат, который затем убирается плужно-щёточными машинами. Расход хлоридов сокращается на 30-40 %.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Нормы распределения противогололёдных материалов и условия их применения. Химические противогололёдные материалы при образовании снежного наката распределяют согласно установленным нормам (табл. 15.13). После разрыхления наката (вследствие частичного плавления и воздействия автотранспорта) обычно в течение 2-3 ч рыхлую массу убирают последовательными проходами плужно-щёточных снегоочистителей.

Таблица 15.13

Наименование материала	Концентрация, %	Нормы распределения твёрдых (г/м^2) и жидких хлоридов (л/м^2) при температуре воздуха, °С						
		при рыхлом снеге					лёд	
		-4	-8	-12	-16	-20	-2	-4
Хлористый натрий в виде поваренной соли и соли сильвинитовых отвалов	90	15	30	45	55	-	40	75
	80	20	35	50	60	-	45	85
Хлористый кальций чешуированный и ХКФ	76	20	40	50	60	70	55	110
Бишофит чешуированный	47	30	45	60	70	80	75	140
Карбамид	25	60	-	-	-	-	50	115
НКМ	25	50	75	90	-	-	65	130

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Хлористо-натриевый рассол	25	0,04	0,08	0,11	0,13	-	0,13	0,29
	20	0,06	0,10	0,14	0,17	-	0,17	0,41
	15	0,08	0,14	-	-	-	0,25	0,67
	10	0,14	-	-	-	-	0.45	-
Хлористо-кальциевый рассол	35	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,21
	30	0,04	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,26
	20	0,06	0,10	0,14	0,16	-	0,21	0,52
	10	0,12	-	-	-	-	0,61	-
Хлористо-магниевый рассол	35	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,14
	30	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,20
	20	0,05	0,08	0,10	0,12	0,13	0,18	0,31
	10	0,11	0,18	-	-	-	0,50	-

П р и м е ч а н и е. Приведённые нормы рассчитаны на полное расплавление стекловидного льда толщиной 1-3 мм и на частичное расплавление уплотнённого или рыхлого снега, достаточного для того, чтобы в нём образовалось 20 % влажности, снег стал рыхлым, неуплотняемым и его можно легко удалить плужным или плужно-щёточным очистителем. При толщине льда более 1-3 мм расход реагентов необходимо пропорционально увеличивать.

При образовании на дорожном покрытии стекловидного льда (наиболее опасного вида зимней скользкости) работы по его ликвидации состоят в распределении

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

повышенных норм противогололёдных материалов и установке временных знаков, предупреждающих водителей транспортных средств об опасности (знак 1.15 «Скользкая дорога» в соответствии с действующими Правилами дорожного движения).

Не допускается использование химических материалов для борьбы с зимней скользкостью при температурах ниже температуры замерзания растворов солей, образующихся при плавлении льда или снега применяемыми химическим материалами. В этом случае необходимо применять пескосоляную смесь. Распределение пескосоляной смеси производится в количестве 350 г/м^2 при соотношении компонентов песка и соли соответственно 90:10 и 175 г/м^2 при соотношении 80:20.

На гравийных, щебеночных и грунтовых дорогах, а также на дорогах, уровень содержания которых допускает образование снежного наката, в качестве фрикционных материалов необходимо применять песок, каменные высевки, щебень и шлак. Используемые материалы не должны содержать примесей в виде глины и золы. Размер фрикционного материала не должен превышать 5 мм.

С целью снижения коррозийного воздействия на транспортные средства на дорогах, а также на элементах искусственных сооружений предпочтительнее использовать химические вещества, не вызывающие коррозию (НКМ, карбамид), или ингибированные материалы (ХКФ - хлористый кальций фосфатированный).

Для борьбы с зимней скользкостью на цементобетонных покрытиях, хлориды допускается применять не ранее чем через год после завершения строительства, если эти покрытия построены из смеси с воздухововлекающими добавками, и спустя три года, если без них.

Разработаны и реализуются следующие методы снижения расхода хлоридов для борьбы с зимней скользкостью:

профилактический способ борьбы с зимней скользкостью;

распределение увлажнённой соли;

распределение хлоридов только по полосам наката.

Профилактический метод борьбы со скользкостью заключается в распределении противогололёдных материалов до образования на проезжей части дороги гололёда или наката. Он подразделяется на предупреждение образования гололеда и предупреждение образования снежного наката. В первом случае за 30-60 минут до начала образования гололёда на поверхность покрытия распределяют твёрдые или жидкие хлориды с расходом от 5 до 20 г/м^2. Соединяясь с влагой из воздуха, хлориды образуют соляной раствор, который препятствует

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

образованию гололёда. Реализация этого метода требует точного прогноза о возможном образовании гололёда за 1-2 часа до начала образования, чтобы успеть обработать поверхность хлоридами. Для такого прогноза разработаны различные приборы и сигнализаторы гололёда. Большинство этих приборов и датчиков служат только для раннего обнаружения гололёда, но некоторые системы позволяют получать прогноз наступления гололёда за 1-2 часа до момента его появления, что намного важнее, чем обнаружение уже образовавшегося гололеда. Как правило, системы раннего предупреждения и системы прогнозирования гололёда имеют в своем составе автоматическую метеорологическую станцию (АМС) и датчики, измеряющие температуру покрытия и фиксирующие её состояние (рис. 15.32).

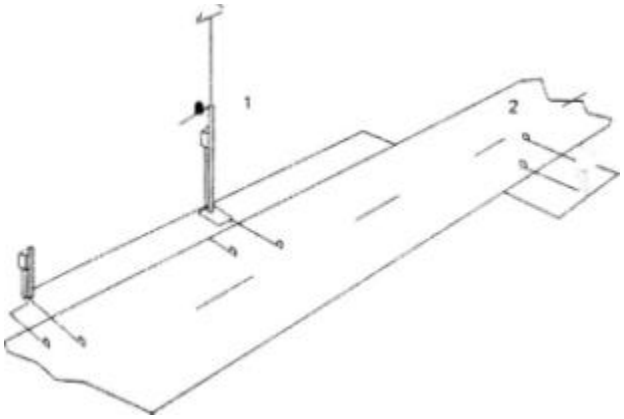


Рис. 15.32. Дорожная метеостанция с 6 датчиками:
1 - автоматическая метеостанция (АМС); 2 - датчики, фиксирующие показатели состояния покрытия

В настоящее время системы ранней регистрации гололеда выпускают фирмы: Enator (Швеция), Vaisala (Финляндия), Odin System (США), Boschung Megatronic (Швейцария), Национальная индустриально-торговая палата (Россия) и др.

Важным условием эффективного применения профилактического метода борьбы с гололедом является наличие машин, способных распределять хлориды очень малыми дозами порядка 5-10 г/м^2. При таком малом расходе хлориды не оказывают отрицательного влияния на окружающую природу, дорогу и автомобили, но позволяют не допустить образования гололёда или гололедицы на покрытии.

На принципе раннего обнаружения гололёда работают системы автоматического разбрызгивания раствора хлоридов для предупреждения образования гололёда на мостах (рис. 15.33). После получения сигнала об образовании гололёда автоматически включаются насосы, которые под большим давлением подают раствор к разбрызгивающим устройствам (тарелкам), которые установлены на обочинах у кромки проезжей части. Тарелки имеют отверстия, через которые струи

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

раствора разбрызгиваются на всю проезжую часть, колёсами автомобилей раствор разносится равномерно по полосам движения. Это позволяет предупредить образование гололёда или ликвидировать его на ранней стадии с небольшим расходом хлоридов.

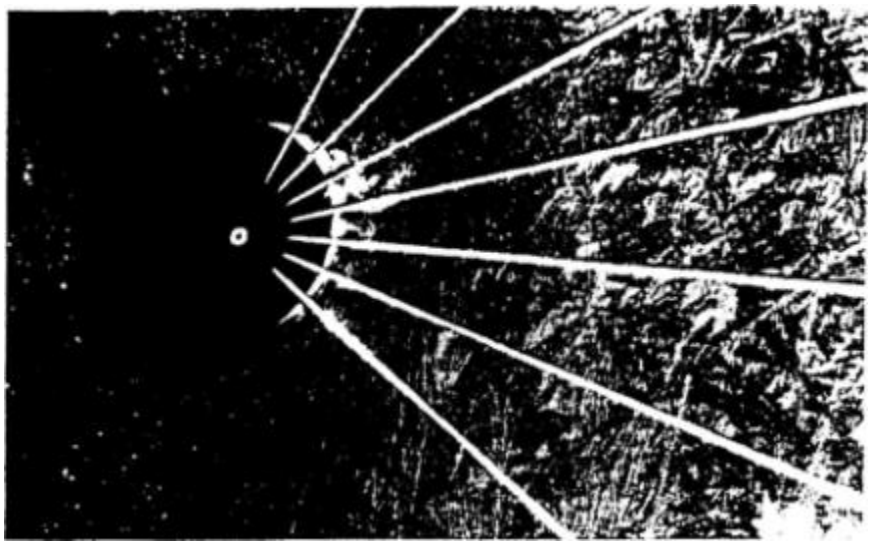


Рис. 15.33. Система автоматического разбрызгивания противогололёдных реагентов

Автоматизированные системы распределения противогололёдных материалов по данным сигнализаторов гололёда применяются на сложных развязках, отдельных мостах и на опасных участках дорог.

Предупреждение (профилактика) образования снежного наката. В этом случае задача состоит в том, чтобы не допустить уплотнения колесами автомобилей снега на поверхности дороги во время снегопада или метели. Такая технология применяется в городских условиях на улицах городов и автомобильных магистралях с интенсивностью движения более 100-200 авт/час на полосу движения. Чтобы не допустить уплотнения рыхлого снега, в него вводят небольшое количество химического реагента в виде пескосоляной смеси, твёрдых хлоридов или растворов соли.

Технология работ состоит в следующем. Первый этап - это **выдержка** - период от начала снегопада до начала работ по распределению хлоридов. Продолжительность выдержки зависит от интенсивности снегопада и колеблется от 15 до 40 минут. Второй этап - **обработка химическими реагентами**. После накопления небольшого количества снега на поверхности дороги распределяется реагент (хлорид) по норме от 15 до 25 г/м^2 в пересчёте на твёрдое вещество при температуре снега от -6°С до -18°С.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Следующий этап - **интервал**, продолжительность которого колеблется от 0,25 до 3 ч в зависимости от интенсивности снегопада и температуры снега. Чем выше интенсивность снегопада, тем меньше интервал. В этот период распределенный хлорид колесами автомобилей перемешивается со снегом, образуя рыхлую, сыпучую массу, которая не уплотняется. Это объясняется тем, что химический реагент значительно уменьшает силы внутреннего трения и сцепления между частицами снега. После этого мокрый снег удаляют с поверхности покрытия или сгребают в валы при помощи плужно-щёточных снегоочистителей, грузят в транспортные средства и вывозят на заранее подготовленные снегосплавные или снегоплавильные пункты.

Распределение увлажнённой соли. Способ распределения увлажнённой соли состоит в том, что хлорид натрия (NaCl) подается на распределительную тарелку солеразбрасывателя в сухом виде и здесь увлажняется раствором кальция ($CaC1_2$). Увлажнённая соль, попадая на поверхность гололёда или покрытия, приклеивается к поверхности, сразу вступает в работу и не сметается с поверхности ветром и проходящими машинами. Для солевого раствора обычно применяют хлорид кальция или магния.

Обычно концентрация солевого раствора 20 %. При посыпке увлажненной солью применяют соотношение сухой соли к солевому раствору как 7:3 (или 70 % : 30 %). В соответствии с 30 %-ной долей солевого раствора увлажнённая соль в Германии, где её применяют, обозначают FS30 (рис. 15.34).

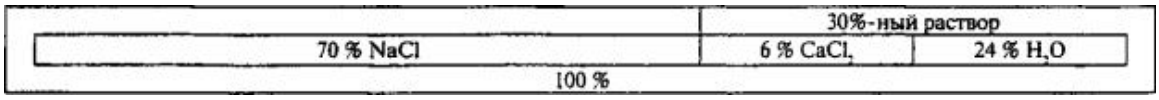


Рис. 15.34. Стандартный состав увлажнённой соли FS30

Солевой раствор готовят на базе в смесительной установке и хранят в резервуарах. Для распределения применяют специальную машину, которая имеет бункер для сухой соли, резервуар для солевого раствора, дозирующее устройство и рассыпающую тарелку.

Норма расхода увлажнённой смеси составляет около 10 г/м^2, то есть 7 г/м^2 сухой соли. Этого достаточно, чтобы ликвидировать гололёд, гололедицу и иней при небольшой отрицательной температуре.

При более низких температурах расход соли соответственно увеличивается, но все равно меньше на 20-40 %, чем при россыпи сухой соли.

Распределение хлоридов только по полосам наката. На дорогах с невысокой интенсивностью движения расход хлоридов можно существенно уменьшить за счёт распределения их не на всю ширину проезжей части. Для этого выпускают

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

солеразбрасыватели с двумя тарелками, расположенными низко над проезжей частью. Каждая тарелка разбрасывает хлорид на ширину полос наката около 0,8-1,0 м. Соответственно уменьшается расход хлоридов.

Создание гололёдобезопасных (гидрофобных) покрытий. В состав материала верхнего слоя покрытия или слоя износа вводится химический реагент, состоящий из хлорида и ингибитора. Одним из первых таких реагентов является верглимит, разработанный швейцарской фирмой «Пластироут», который содержит хлористый кальций. Частицы верглимита в виде мелких зёрен покрыты тонкой синтетической плёнкой. В таком виде они вводятся в состав асфальтобетонной смеси при ее приготовлении. Затем эта смесь укладывается тонким слоем и уплотняется.

В процессе движения колесами автомобиля снимается пленка с гранул хлористого кальция в самом верхнем слое покрытия и они становятся открытыми. При попадании снега на покрытие хлористый кальций расплавляет его, превращая в солевой раствор, который не замерзает при понижении температуры.

В Росдорнии разработан новый материал, который называется «Грикол» и применяется для устройства противогололёдных покрытий.

Грикол - это гидрофобная соль в виде тонкодисперсного порошка, имеет размер менее 0,06 мм. Порошок состоит из хлористого натрия и кальция с добавлением сакора (алкиласиликонат щелочного металла). Он вводится в асфальтобетонную смесь в количестве до 5 % от массы асфальтобетонной смеси, заменяя минеральный наполнитель или его часть. Асфальтобетонная смесь приготавливается и укладывается по традиционной технологии.

Грикол позволяет полностью предотвратить образование льда на покрытии при переходе температур воздуха через 0 от положительных к отрицательным до -6°С. При более низких температурах образование льда на поверхности покрытия возможно, но силы примерзания (адгезии) льда и снега к такому покрытию весьма незначительны, что позволяет легко очистить поверхность от снежно-ледяных отложений плужно-щёточными снегоочистителями.

Перспективным способом является гидрофобизация покрытия, которая заключается в нанесении водоотталкивающих веществ на покрытие. На гидрофобной поверхности вода, растекаясь, замерзает в виде сплошного слоя льда, который прочно скрепляется с поверхностью покрытия. Это сцепление увеличивается за счёт образования льда в микротрещинах. На гидрофильной поверхности угол растекания жидкости значительно больше, вода быстро стекает с покрытия, и лёд вообще не образуется или образуется в виде отдельных капелек. Сцепление такого льда в 3-4 раза меньше, чем на гидрофильной поверхности, и его легко удалить щёточным механизмом.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для гидрофобизации асфальтобетонных покрытий используют специальные составы, которые готовят на основе кремнейорганических веществ с добавлением растворителя. Работы в этом направлении находятся в стадии развития.

15.6. Наледи и борьба с ними

Наледью называется скопление льда, образовавшегося на ледяном покрове водотоков или водоёмов, мёрзлом грунте или на поверхности дороги в результате замерзания периодически изливающихся природных или технических вод. Наибольшее распространение наледи имеют в районах с суровым зимним климатом, где встречается многолетняя мерзлота.

Мероприятия по борьбе с наледями выбирают с учётом характера и причин образования наледи, рельефа и грунтово-геологических особенностей места их образования, интенсивности движения на дороге и других факторов.

Применяют следующие меры борьбы с наледями: общий дренаж; мерзлотные пояса; заградительные сооружения; подъём насыпей; утепление русла водотоков, их углубление, спрямление и расчистка; обогрев водопропускных труб.

Общий дренаж прилегающей к дороге местности может быть выполнен: устройством узких (не более 0,5 м) канав с обкладкой дна и стенок слоями мха или прокладкой подземных дрен.

Мерзлотные пояса (рис. 15.35, а) устраивают с целью вызвать образование наледи на пути притекающей воды в стороне от дороги на безопасном расстоянии. С этой целью на достаточном расстоянии от дороги роют канаву глубиной 1-2 м и шириной 3-4 м. Под канавой появляется мерзлая перемычка, соединяющаяся с вечной мерзлотой и преграждающая путь грунтовой воде, которая выходит на поверхность и образует наледь. При большом притоке воды делают несколько параллельных поясов на расстоянии от 20 до 80 м один от другого.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

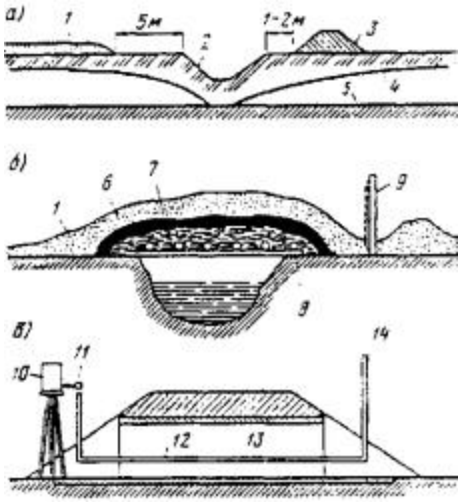


Рис. 15.35. Противоналедные устройства:
1 - снег; 2 - канава; 3 - грунтовый вал; 4 - граница сезонного промерзания; 5 - водоупор (вечномёрзлый грунт); 6 - мох или торф; 7 - хвост; 8 - жердевой настил; 9 - щиты; 10 - расходный бак; 11 - капельница; 12 - обогревающая труба; 13 - водопропускная труба; 14 - отходящие газы

Мерзлотные пояса в виде канав применяют и для борьбы с речными наледями. Их прокладывают поперёк всей речной долины на расстоянии от 80 до 100 м выше моста. Береговые участки мерзлотных поясов делают летом, а зимой прорубают во льду реки канавы, представляющие речную часть пояса. По мере промерзания реки канавы углубляют, создавая в реке ледяную плотину, вызывающую образование наледи на безопасном расстоянии от моста.

Заградительные сооружения - земляные валы и дамбы, заборы, бревенчатые барьеры, переносные щиты, валы из снега (обледеневающие после того, как они пропитаются водой) возводят на пути натечных наледей, чтобы не допустить их к дороге или отвести от дороги.

На участках систематического образования наледей устраивают постоянные задерживающие валы высотой 1,2-2,0 м из недренирующих грунтов, отсыпаемых на освобождённую от растительно-мохового покрова поверхность склона поперёк потока воды не ближе 5-6 м от дороги.

При наличии особо развитых наледей в долинах, действующих всю зиму и создающих систематические затруднения при эксплуатации дороги, устраивают направляющие валы, отсыпаемые на поймах из дренирующих грунтов, снабженные на контакте с земляным полотном фильтрующими вставками. Не препятствуя прохождению воды по кювету в тёплый период года, такие сооружения после промерзания фильтрующих вставок отжимают поток воды от полотна дороги.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Подъем насыпей, по которым проложена дорога, с повышением их до высоты, превышающей максимально возможную высоту наледи, применяют чаще всего при пересечении водотоков с небольшим продольным уклоном и широкой поймой, по которой воды растекаются невысоким слоем.

Утепление русел водотоков (рис. 15.35, б) имеет целью воспрепятствовать охлаждению воды, протекающей через искусственные сооружения. Эта мера наиболее целесообразна, если водоток имеет узкое и глубокое русло. Над небольшими речками, ручьями или канавами на утепляемом участке русла укладывают настил из жердей, на который стелют полиэтиленовую плёнку или кладут слоем 0,3-0,5 м хворост, а поверх - слой мха толщиной 0,5 м. Все это сверху засыпают снегом. Длина утепляемого участка - 50 м в верховую сторону от сооружения и 30-50 м в низовую сторону.

Углубление, спрямление и расчистку русел водотоков делают чтобы уменьшить растекание воды, воспрепятствовать замедлению её течения, придать живому сечению потока форму, менее подверженную промерзанию. Русло выравнивают на протяжении до 1 км вверх по водотоку и до 0,5 км - в низовую сторону от искусственного сооружения.

Обогрев водопропускных труб для безналедного пропуска водотока применён на автомобильной дороге Большой Невер - Якутск (рис 15.35, в). Внутри водопропускной трубы расположена обогревающая труба, в приемную часть которой подается керосин или дизельное топливо и здесь сгорает. Подача жидкого топлива производится из расходного бака через капельницу. Отходящие газы отдают свое тепло наледной воде, которая благодаря этому не замерзает и свободно проходит через водопропускную трубу.

Когда земляное полотно расположено в полках, эффективным мероприятием является **коптажно-дюкерное** устройство.

Может быть использован способ оттаивания льда, заполнившего отверстие трубы, с помощью передвижного парообразователя. С этой целью вверху водопропускной трубы укрепляется металлическая, загнутая по концам труба, по которой пропускают горячий пар. Образовавшийся во льду при паропрогреве небольшой проход быстро расширяется потоком весенних паводковых вод.

Когда наледь уже вышла на полотно дороги и угрожает нарушить движение автомобилей, образовавшееся скопление льда удаляют с полотна дороги. При этом отвод воды, притекающей к полотну дороги (натечная наледь), производят по открытым каналам, прорубленным непосредственно в наледи. Для предупреждения роста наледных бугров, возникающих в полосе дороги, необходимо периодически пробивать отверстия в оболочке бугра и выпускать наружу накопившуюся воду. Для удаления наледи, вышедшей на поверхность дороги, применяют россыпь твёрдых хлоридов. Рассыпать соль лучше во второй половине дня, так как в это

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

время наибольшая солнечная радиация, способствующая таянию льда и втапливанию соли в лёд. При большой толщине наледного слоя на проезжей части удалить его за одну россыпь не удается. В этом случае после россыпи соли, когда поверхность льда размягчается, рассыпают щебень, который втапливается в лёд и повышает сцепление колеса с поверхностью дороги.

РАЗДЕЛ VI. ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ГЛАВА 16. Ремонт земляного полотна и системы водоотвода

16.1. Основные виды работ, выполняемых при капитальном ремонте и ремонте земляного полотна и системы водоотвода

В зависимости от состояния земляного полотна и системы водоотвода в процессе эксплуатации дороги возникает необходимость выполнения различных видов ремонтно-восстановительных работ, связанных с повышением устойчивости и работоспособности земляного полотна, совершенствованием формы и приведением его геометрических параметров в соответствие с нормативными требованиями.

По особенностям технологии выполнения работы по капитальному ремонту и ремонту земляного полотна и системы водоотвода можно разделить на две группы:

работы, технология выполнения которых не отличается от технологии возведения земляного полотна при строительстве новых дорог;

работы, технология выполнения которых отличается от технологии работ при строительстве дорог.

К первой группе относятся предусмотренные в составе капитального ремонта работы по поднятию земляного полотна на подтопляемых и снегозаносимых

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

участках, по устройству земляного полотна и водоотвода на площадках для остановки, стоянках автомобилей, площадках для отдыха, при строительстве подъездных дорог и объектам дорожно-ремонтной службы, историческим и достопримечательным местам, а также работы по устройству новых дренажей, системы водоотвода, осушительных канав, берегозащитных и противоэрозионных сооружений и ряд других работ. К этой же группе можно отнести предусмотренные в составе ремонта работы по восстановлению размытых и разрушенных участков дорог, поднятию небольших по протяженности участков земляного полотна на сырых или снегозаносимых местах, срезку откосов выемок, устройство аккумуляционных полок в выемках и ряд других работ.

Ко второй группе относятся предусмотренные в составе капитального ремонта работы по исправлению параметров земляного полотна на участках смягчения продольного профиля, обеспечению видимости в продольном профиле и плане и ряд других работ. К этой же группе можно отнести предусмотренные в составе ремонта работы по восстановлению земляного полотна на участках пучинообразования, укрепительные и другие работы, обеспечивающие устойчивость существующего земляного полотна, работы по сплошной прочистке водоотводных канав, укреплению стенок и дна канав на участках, подверженных размыву, и ряд других работ.

При периодических изменениях классификации работ по ремонту и содержанию дорог работы различных технологических групп могут переходить из одного вида ремонта в другой по причинам, не зависящим от технологии их выполнения.

Работы, технология выполнения которых не отличается от технологии строительства новых дорог, описываются в справочной энциклопедии дорожника по строительству и реконструкции автомобильных дорог.

В данном томе рассматриваются работы, технология выполнения которых отличается от технологии строительства новых дорог.

16.2. Подготовительные работы к ремонту земляного полотна и водоотвода

Состав подготовительных работ и очередность их выполнения. Подготовительные работы должны быть выполнены, как правило, до начала основных работ по ремонту земляного полотна и системы водоотвода. В некоторых случаях часть этих работ может выполняться одновременно с основными операциями по ремонту дороги.

В состав основных подготовительных работ входят: создание геодезической разбивочной основы, перенос кабельных линий электропередачи, линий связи, различных трубопроводов, коллекторов и других коммуникаций; расчистка дорожной полосы и территорий, отведенных под карьеры и резервы; подготовка и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

усиление местных дорог, на которые планируется перевести движение с ремонтируемой дороги или строительство объездных дорог, а также строительство временных дорог к грунтовым карьерам и карьерам песчаных, гравийных и каменных материалов.

В состав дополнительных работ и мероприятий входят: снятие существующих знаков, ограждений, направляющих столбиков, столбов мачт для осветительных фонарей; разборка и удаление павильонов на автобусных остановках; разборка укреплений откосов, водоотводных лотков и канав; разработка схем движения транспорта на участке ремонта дороги и т.д.

Геодезической разбивочной основой на местности служат знаки, закрепляющие в плане вдоль дороги вершины углов поворотов и главные точки кривых, а также точки на прямых участках не реже чем через 1 км и реперы вдоль дороги не реже чем через 2 км.

Основные знаки и реперы должны иметь надёжную конструкцию в виде столбов или свай, установленных за границами полосы отвода в соответствии со специальными требованиями.

Перед выполнением земляных работ производится детализация геодезической разбивочной основы. При этом делают разбивку всех пикетов и плюсовых точек с выноской за полосу отвода; устанавливают дополнительные реперы у насыпей высотой свыше 3 м за пределами подошвы, у выемок глубиной более 3 м за бровками откосов, у перестраиваемых труб и других искусственных сооружений; устанавливают промежуточные реперы на пересечённой местности; разбивают круговые и переходные кривые с выноской и закреплением промежуточных точек.

Детальную разбивку можно выполнять не одновременно на всей протяжённости ремонтируемой дороги, а по мере продвижения фронта работ - с заделом, учитывающим скорость потока работ.

На участках, где предусмотрены уширение земляного полотна, смягчение продольного уклона, замена пучинистого грунта на непучинистый, снимают существующие столбики, ограждения, мачты освещения, павильоны на автобусных остановках и всё другое инженерное оборудование и обустройство, которое может помешать производству работ по возведению земляного полотна и дорожной одежды. Разборке подлежат также укрепления откосов насыпей и выемок, водоотводных лотков и канав.

На участках двустороннего уширения все работы выполняют с обеих сторон дороги, а на участках одностороннего уширения - с одной стороны.

Большие трудности при ремонте дороги возникают с переносом и переустройством воздушных, наземных и подземных коммуникаций. Как правило,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

за время от строительства до ремонта дороги она обрастает различными видами коммуникаций, имеющих, а чаше не имеющих отношения к самой дороге. Это линии технологической и общей связи, проводной и кабельной, линии электропередачи в виде воздушных линий или кабелей высокого напряжения, наземных и подземных трубопроводов, коллекторов и других коммуникаций. Чаше всего эти коммуникации расположены в полосе отвода дороги или на определённом расстоянии от неё и могут быть повреждены в процессе производства работ по ремонту дороги. Нередки случаи, когда кабели линий связи и электроснабжения осветительных систем уложены непосредственно в тело земляного полотна. Поэтому необходимо уделять особое внимание работам по переносу и переустройству инженерных коммуникаций, обозначению мест их расположения около дороги.

Работы по переносу и переустройству коммуникаций должны производиться по специальным проектам специализированными организациями по отдельному графику, согласованному с подрядной организацией, осуществляющей основные работы по ремонту дороги. В случаях, когда возведение земляного полотна опережает устройство пересекающих дорогу подземных коммуникаций, необходимо по согласованию с заинтересованными организациями предусматривать предварительную укладку кожухов или других устройств для последующей прокладки коммуникаций без нарушения целостности земляного полотна.

До начала земляных работ расчищают дорожную полосу и площади, отведенные для карьеров, резервов, зданий и сооружений, от леса, кустарника, пней, порубочных остатков, крупных камней, строительного мусора и т.д.

Расчистку дорожной полосы осуществляют по отдельным участкам в порядке очерёдности выполнения земляных работ теми же методами и средствами, что и при строительстве новых дорог.

Боковые кювет-резервы, из которых возведены насыпи, особенно во II дорожно-климатической зоне, как правило, зарастают болотной растительностью и влаголюбивым кустарником. Работы по расчистке дорожной полосы производят кусторезом или бульдозером в летнее время и в начале сухой осени, поскольку весной в резервах и водоотводных канавах имеется поверхностная вода.

После расчистки дорожной полосы на всей площади, где предусмотрены земляные работы, снимают плодородный слой почвы на глубину, определенную проектом, и укладывают его в отвалы для последующего использования при восстановлении (рекультивации) нарушенных и малопродуктивных сельскохозяйственных земель, а также при благоустройстве площадок.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Снятие плодородного грунта выполняют автогрейдерами и бульдозерами. На участках высоких насыпей и глубоких выемок эти работы выполняют скребком или ковшом экскаватора с телескопической стрелой.

Особое место в подготовительных работах занимают мероприятия по организации движения автомобилей при ремонте дороги, которое существенно возрастает из-за движения построечного транспорта.

Организация движения транспортного потока решается с учётом интенсивности движения, видов работ по ремонту дороги, протяжённости ремонтируемых участков, наличия других дорог, рельефа местности и других местных условий.

Лучшим для безопасного производства работ является вариант переноса движения с ремонтируемого участка дороги на другие дороги, идущие в том же направлении. Во многих случаях для снятия движения с ремонтируемого участка дороги на время производства работ строят специальные объезды. Тип и капитальность дорожных одежд на объездных дорогах должны соответствовать интенсивности переведенного на них автомобильного движения с учётом намечаемого срока действия объездной дороги.

Распространённым является вариант закрытия одной половины проезжей части с пропуском движения по другой половине. Для этого устраивают дорожную одежду на всю ширину обочины и организуют дополнительную полосу движения.

Во всех случаях необходима разработка специальных схем организации движения, расстановка знаков, ограждения и освещения участков производства работ в соответствии с требованиями действующих правил.

16.3. Ремонт обочин и откосов земляного полотна

Неукреплённые или укреплённые несвязным материалом обочины, имеющие колеи, просадки, буфы выдавленного грунта в результате наезда автомобилей на переувлажнённый грунт планируют с приданием им поперечного уклона 40-60 ‰. При необходимости производят подсыпку щебня с его последующим планированием и уплотнением. Прибровочную полосу укрепляют травосеянием. На участках дорог, где обочины имеют большие деформации и разрушения, в регионах со значительными атмосферными осадками, особенно на дорогах с высокой интенсивностью движения их укрепление выполняют, как правило, связными материалами (асфальтобетон, цементобетон, чёрный щебень, битумогрунт и т.д.). Конструкция укрепления должна соответствовать действующим нагрузкам без образования на ней недопустимых деформаций, иметь коэффициент сцепления и ровность согласно ГОСТу и приниматься согласно требованиям действующих нормативных документов.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Слои укрепления на обочинах ограничивают попадание влаги в земляное полотно и в этой связи могут использоваться и как мероприятия для регулирования водно-теплового режима дорожной конструкции в целом. При расположении обочин над стыком старой и отсыпаемой части уширения насыпи решение по укреплению обочины должно обеспечивать равнопрочность этих участков конструкции.

Наиболее экономичным по единовременным капитальным затратам является укрепление обочин устройством краевой укрепительной полосы, в том числе выполняемое и путём уширения проезжей части (рис. 16.1). Решение улучшает транспортно-эксплуатационные показатели дороги, способствует усилению кромки проезжей части, однако оно эффективно при малом количестве наездов на обочину, малом количестве выпадающих осадков и земляном полотне из легких грунтов. В условиях интенсивной эксплуатации остановочной полосы, в сложных грунтовых и климатических условиях конструкция краевой укрепительной и остановочной полос принимается единой (рис. 16.2). Такая конструкция оказывает положительное воздействие и на водно-тепловой режим земляного полотна [97].

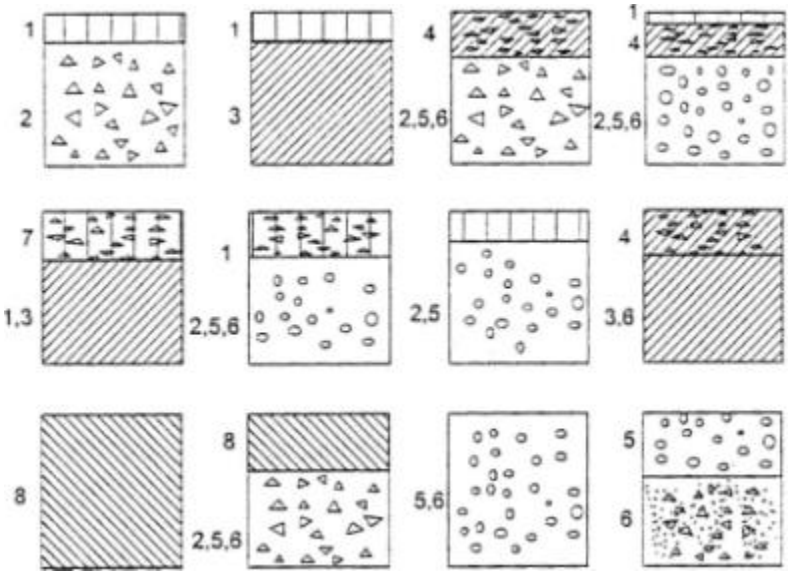


Рис. 16.1. Дорожные одежды на обочинах:
1 - асфальтобетон, цементобетон; 2 - щебёночные материалы, шлаки; 3 - укреплённый неорганическими вяжущими грунт; 4 - щебень, гравий с пропиткой вяжущими материалами; 5 - гравийные (щебёночные материалы); 6 - грунтогравийные, грунтощебёночные материалы, отходы производства (кирпичный бой, отходы бетонных заводов, породы угольных шахт и т.д.); 7 - битумоминеральные смеси; 8 - битумогрунт, дёгтегрунт

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

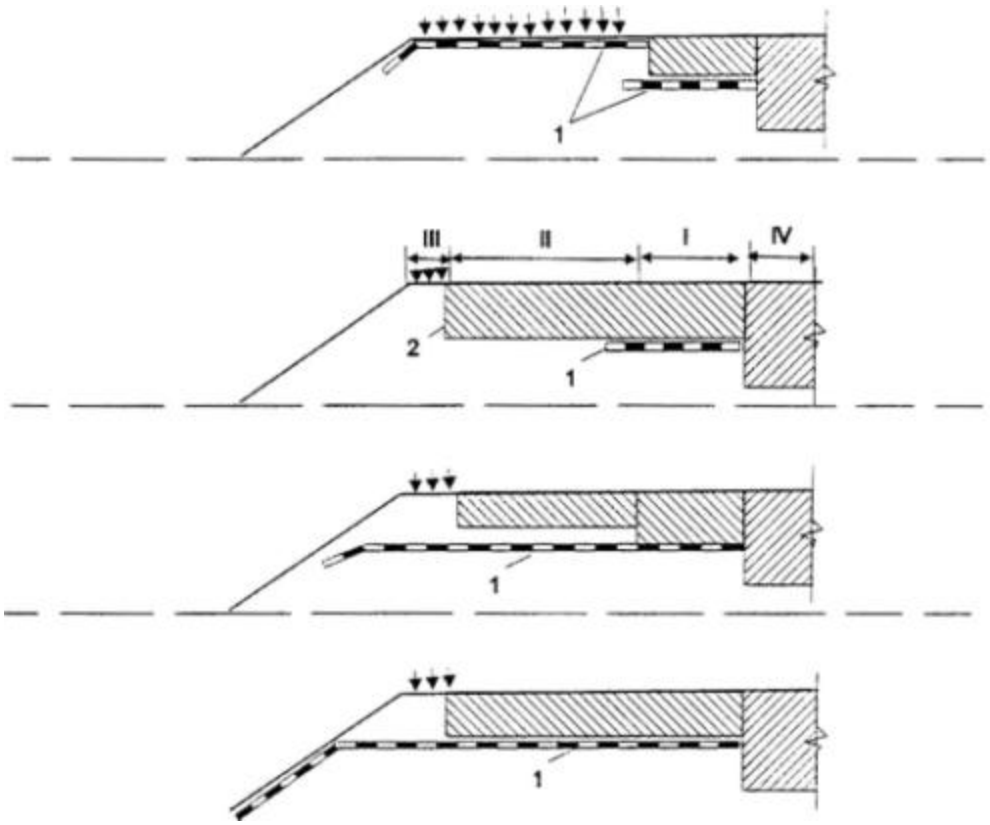


Рис. 16.2. Решения по укреплению обочин:
I-IV - соответственно краевая укрепительная полоса, остановочная полоса, прибровочная часть обочины, проезжая часть дороги; 1 - прослойка из геоматериала; 2 - слой укрепления обочины

Применение в конструкциях геосинтетических материалов диктуется необходимостью гидроизоляции, дополнительного дренирования или сокращения расхода дорожно-строительных материалов (повышения прочности конструкции).

Если остро стоит задача усиления дорожной конструкции, следует в слоях укрепления (или под ними) на контакте с дренирующим слоем укладывать материалы армирующего типа, в том числе геосетку, геовеб и др. В условиях необходимости улучшения дренирования земляного полотна при укреплении обочин применяется прослойка из нетканого геосинтетического материала. Такое решение целесообразно применять:

при переустройстве дренирующего слоя в зоне обочин с отсыпкой слоя из мелких песков с $К_ф$ = 1-2 м/сут;

при заиленном дренирующем слое и укреплении обочины без его переустройства;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

в качестве мероприятия, снижающего влажность грунтов земляного полотна при 2-м и 3-м типах местности по условиям увлажнения во II и III дорожно-климатических зонах (дороги I-III категорий) и как мероприятие при регулировании водно-теплового режима земляного полотна на участках, подверженных образованию пучин, для ускорения отвода воды;

при укладке щебёночного слоя непосредственно на грунт на их контакте.

Гидроизолирующие прослойки применяют для предотвращения поступления влаги атмосферных осадков в тело земляного полотна через неукреплённые или укрепленные водопроницаемым материалом обочины при 2-м и 3-м типах местности по условиям увлажнения во II-III дорожно-климатических зонах при высокой фактической (расчётной) влажности, средних и тяжёлых пылеватых суглинках, при наличии или опасности образования пучин [108].

Технология выполнения работ по укреплению обочин в зависимости от конструкции приведена в табл. 16.1 и 16.2.

Таблица 16.7

Вид укрепления обочины	Конструкция с одним слоем укрепления		Конструкция с двумя слоями укрепления	
	Приготовление материала на обочине (укреплённый грунт)	Привозной материал	Приготовление материала на обочине (укреплённый грунт)	Привозной материал
Укрепление с использованием грунта обочины	I	-	II	-
Грунт при устройстве корыта удаляется за пределы земляного полотна	-	III	IV	V

Примечание. I-IV- номера вариантов технологии выполнения работ.

Таблица 16.2

Наименование операций	Порядок выполнения операций по сооружению конструкций укрепления обочин по вариантам I-V согласно табл. 16.1					Тип механизмов, которые могут быть использованы
	I	II	III	IV	V	
Зачистка поверхности обочин путем снятия и перемещения слоя грунта на откосную часть	1	-	-	-	-	Автогрейдеры лёгкого и среднего типов
Устройство корыта в соответствии с профилем и глубиной, определяемой конструкцией укрепления (толщиной слоя укрепления) из привозного материала: со срезкой грунта и перемещением в валы на обочине с последующей погрузкой и вывозом за пределы земляного полотна;	-	1	1	1	1	Для срезки: автогрейдеры легкого и среднего типов, экскаваторы с ёмкостью ковша 0,15-0,3 м^3; для вывоза: автомобили всех типов; для погрузки: экскаваторы с ёмкостью ковша 0,15-0,3 м^3
со срезкой и удалением грунта на откосы	-	1	1	1	1	автогрейдеры лёгкого и среднего типов
Выравнивание кромки проезжей части	2	2	2	2	2	Бетоноломы, пневматические молотки
Смазка торца дорожной одежды одним из видов органического вяжущего	-	7	-	10	7	-
Рыхление грунта	3	-	-	3	3	Кирковщики автогрейдеров, рыхлители

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Уплотнение дна корыта	-	3	3	-	3	Катки типов с шириной захвата 2 м
Размельчение и перемешивание грунта	4	-	-	4	-	Фрезы
Завоз на обочину вяжущего материала	5	-	-	5	-	Автогудронаторы
Распределение вяжущих материалов на обочине	6	-	-	6	-	Фрезы, распределители сыпучих материалов, автогудронаторы
Приготовление смеси (перемешивание грунта с вяжущим)	7	-	-	7	-	Фрезы, автогрейдеры среднего и легкого типов
Завоз несвязного материала укрепления на обочину	-	4	4	-	4	Автосамосвалы
Завоз на обочину материала верхнего слоя	-	8	-	11	8	Автосамосвалы
Разравнивание и профилирование слоя	8	5,9	5	8,12	5,9	Автогрейдеры легкого и среднего типов, бульдозеры, асфальтоукладчик с шириной захвата 2 м, машина для устройства укрепительных полос
Уплотнение слоя на обочине: верхнего из связных материалов или укреплённого грунта;	9	10	-	9, 13	10	Катки с шириной захвата 2 м
слоя из несвязных материалов	-	6	6	13	6	Тоже

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Примечание. Цифры в вертикальных графах показывают порядок операций по устройству слоев укрепления, принятого согласно таблице варианта конструкции укрепления.

Методы ремонта откосов выбирают в зависимости от характера деформаций, вида и состояния грунтов, инженерно-геологических, гидрологических и погодно-климатических условий района.

Ликвидацию деформаций в результате потери общей устойчивости откоса выполняют по специальным проектам, особенно если разрушение затронуло и проезжую часть дороги. Наличие аварийной ситуации диктует прежде всего необходимость выполнения работ по обеспечению пропуска по дороге транспортных средств и недопущения дальнейшего разрушения насыпи (выемки). Для этого могут сооружаться грунтовые упорные бермы, подпорные стенки, выполняться заделка вывалов грунтом с уполаживанием откосов или специальными мероприятиями по повышению устойчивости (армирующие прослойки, различного исполнения габионы, укреплённый грунт и т.д.). В табл. 16.3 приведён перечень мероприятий, выполняемых химическим способом для ликвидации и предупреждения деформаций, связанных с потерей как общей, так и местной устойчивости (см. рис. 16.3) (Волоцкой Д.В. Основы глубинного закрепления грунтов земляного полотна автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1978.).

Таблица 16.3

Виды деформаций, повреждений и разрушений земляного полотна	Формы проявления деформаций, повреждений и разрушений	Противодеформационные мероприятия по обеспечению устойчивости химическим способом

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Повреждения и разрушения откосов в однородных грунтах	Оползни со срезом и вращением и образованием явно выраженной поверхности скольжения	Сваи-шпоны из укреплённого грунта на откосах, входящие в устойчивый массив, водозащитное покрытие на откосах из укреплённого грунта
	Оползни с перемещением по подстилающему слою и образованием явно выраженной поверхности скольжения	То же, в верхней части откоса
	Пластичные оползни без явно выраженной поверхности скольжения	Сваи-шпоны из укреплённого грунта на откосах, расположенные на разной глубине; водозащитное покрытие на откосах из укреплённого грунта
	Оползни со сколом (перерезанием) слоев и оползни выдавливания	Сплошное закрепление грунта, водозащитное покрытие на откосах из укреплённого грунта
	Оползни с перемещением по фиксированной поверхности скольжения	Сваи-шпоны из укреплённого грунта на откосах, входящие в устойчивый массив; водозащитное покрытие на откосах из укреплённого грунта
	Оползни со скольжением слоя по слою; оползни с перемещением по горизонтальной поверхности скольжения	Шпоны из укреплённого грунта на подошве сползающего слоя, входящие в подстилающий слой; закрепление поверхности скольжения; водозащитное покрытие на откосах из укреплённого грунта
Другие повреждения	Сплывы (оплывины)	Сваи-шпоны из закрепленного грунта на откосах; закрепление поверхности скольжения, трещин и отрывов грунта; водозащитное покрытие на откосах из укреплённого грунта

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

откосов	Суффозионные оползни и разрушения	Сплошное закрепление грунта слабого слоя; противофильтрационные завесы и экраны из закрепленного грунта

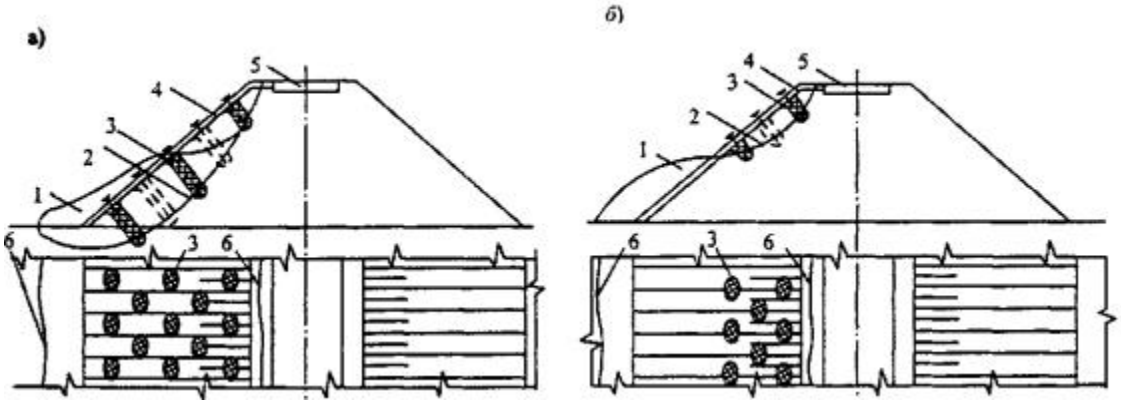


Рис. 16.3. Схема предупреждения и ликвидации оползневых деформаций откосов в однородных грунтах химическим способом:
а - оползень со срезом и вращением; б - локальный оползень; 1 - сползающий грунт; 2 - предполагаемая поверхность скольжения; 3 - свая-шпона из укреплённого грунта; 4 - гидроизолирующее покрытие на откосе; 5 - дорожная одежда; 6 - границы отрыва грунта

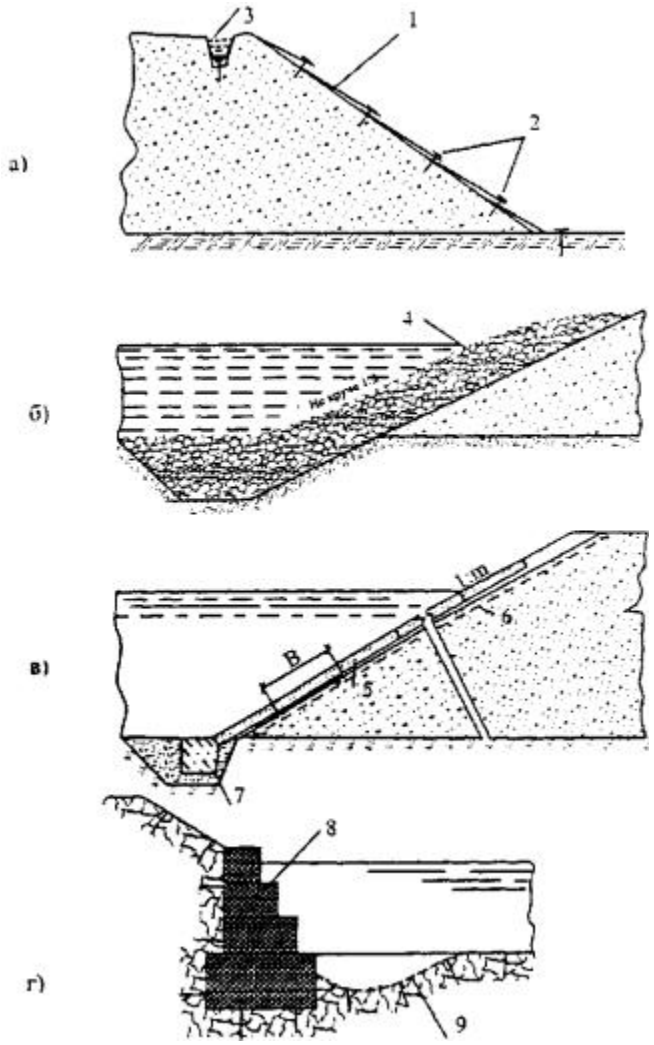
При нарушении местной устойчивости неукреплённых откосов выполняют профилирование их поверхности и укрепление [55, 108]. Укрепление травой используется для защиты неподтопляемых или кратковременно подтопляемых откосов от водной и ветровой эрозии, для ликвидации и предотвращения сплывов, оплывин и других нарушений местной устойчивости в районах с благоприятными условиями для прорастания трав и развития корневой системы. Травосеяние может использоваться и в комплексе с другими методами укрепления, например, решётчатыми конструкциями, геовебами. Разновидностью этого метода можно считать одерновку. Наиболее технологичным является биологическое укрепление с помощью геоматериалов с включёнными в их структуру семенами трав оптимального состава или травосеяние с покрытиями из геоматериалов, обеспечивающими защиту прорастающих семян. На подтапливаемых откосах с невысокими скоростями потока и малой высотой подтопления возможно биологическое укрепление в виде посадки кустарника, плетневого прорастающего укрепления, прорастающей выстилки, фашинные конструкции.

При деформациях, возникающих в грунте поверхностного слоя откосов при резком снижении их прочности под влиянием погодно-климатических факторов, а также для защиты от температурных и силовых воздействий паводковых или поверхностных вод, устраивают более капитальное укрепление - специальные

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

покрытия различного исполнения. К ним относятся решётчатые конструкции из бетонных элементов с заполнением ячеек щебнем, камнем, обработанным вяжущим грунтом. В ином исполнении - это пластмассовые пространственные георешётки (геовебы) с высотой ребра 15-20 см и различным заполнением ячеек, устраиваемые для защиты от вымывания грунта и фильтрации грунтовых (поверхностных) вод на подстилке из нетканого материала.

В зависимости от условий подтопления при укреплении откосов применяют различные бетонные (железобетонные) плиты с устройством обратного фильтра из щебня или геосинтетического материала нетканого типа с высоким коэффициентом фильтрации, геоматы, каменную наброску, габионы на основе сетчатых металлических каркасов, заполняемых камнем различного грансостава, слои из бетона, укладываемого на металлическую сетку, и др. Некоторые из этих решений схематически показаны на рис. 16.4 и 16.5.



Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Рис. 16.4. Конструкции укрепления откосов:
а - покрытие из геотекстиля; б - укрепление каменной наброской, в том числе по геотекстильной прослойке; в - укрепление различными плитами, в том числе по обратному фильтру из геотекстиля; г - габион из металлической каркасной сетки, заполненной камнем; 1 - геотекстиль; 2 - элемент крепления; 3 - канавка; 4 - каменная наброска; 5 - плита; 6 - обратный фильтр; 7 - упор; 8 - габионный элемент; 9 - зона подмыва

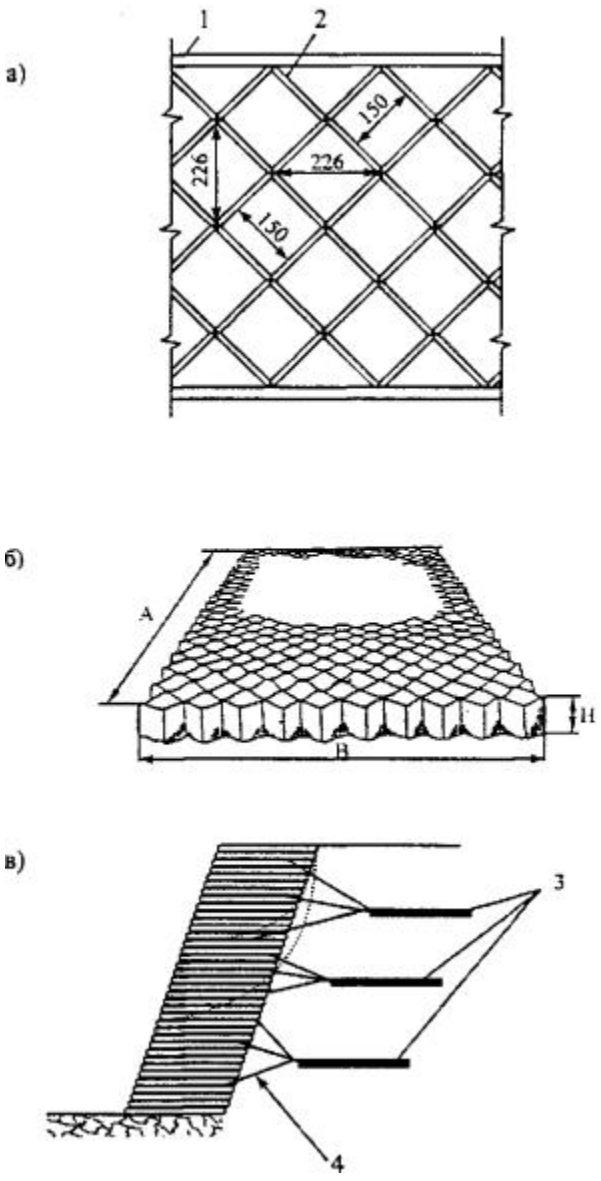


Рис. 16.5. Варианты конструкции укрепления откосов:
а - решётчатая конструкция из бетонных элементов; б - пространственная георешётка; в - укрепление откоса георешёткой;
1, 2- бетонные элементы; 3 - анкеры; 4 - тяжи анкеров

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В качестве термозащитных слоев используют торфопесчаные и мохоторфяные смеси, прослойки из геоматериала, плиты из полимерного вспененного материала (пеноплекс, стироформ). Каждый из этих видов укрепления имеет свою область наиболее эффективной работы в сооружении и зашиты поверхности откоса.

16.4. Ремонт системы водоотвода

При размыве, разрушении неукреплённых водоотводных, нагорных канав и других водоотводных сооружений, что связано, в конечном счёте, с нарушением их продольного и поперечного профилей, производят работы по их восстановлению с помощью автогрейдера, кюветовосстановителя и других специализированных машин с последующим укреплением. Если имеют место отдельные размывы и оплывины грунта на откосах и дне кюветов (канав), у лотков их заделывают аналогичным грунтом. Уложенный грунт тщательно уплотняют трамбовками и укрепляют одерновкой. Дно кюветов (канав) может быть укреплено щебнем (гравием) с последующим его уплотнением.

При постоянном размыве водоотводных сооружений ливневыми и талыми водами, подмыве оснований насыпей и выемок, конусов и укреплений малых искусственных сооружений дно, боковые стенки канав, выходные русла укрепляют сборными бетонными элементами, мощением, геосинтетическими материалами и другими способами с учётом скорости течения и объёма перемещаемой воды, степени размываемости грунтов [84].

Заделку трещин и швов в асфальтобетонном укреплении шириной до 5 мм производят путём розлива разжиженного битума (вязкость 10-15 с / 10 мм, 25°С), битумной эмульсии или битумного шлама. Заливку трещин и швов шириной свыше 5 мм производят битумными мастиками, примерный состав которых приведен в табл. 16.4. Перед заливкой мастикой рекомендуется провести предварительную под-грунтовку разжиженным битумом 60 % вязкого битума и 40 % растворителя).

Таблица 16.4

Состав I	Состав II	Состав III
Битум вязкий - 50 % (с пенетрацией 40/60)	Битум вязкий - 65 % (с пенетрацией 20/40)	Битум вязкий (с пенетрацией 45/65) - 50 %
Минеральный порошок - 50 %	Минеральный порошок - 20 %	Минеральный порошок - 35 %

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

-	Асбестовая крошка - 10 %	Асбестовая крошка - 10 %
-	Резиновая крошка - 5 %	Резиновая крошка - 5 %

Трещины и швы заполняют с небольшим избытком материала, который потом затирают по прилегающей поверхности. Заделку выбоин и небольших разрушенных участков монолитного асфальтобетонного укрепления производят асфальтобетонной смесью или литым асфальтобетоном. При использовании асфальтобетонной смеси её состав должен ориентировочно соответствовать составу первичного материала. Уложенную смесь выравнивают и уплотняют трамбовками. Небольшие участки монолитного асфальтобетонного укрепления, покрытые сеткой трещин пучения или другого происхождения с вывалами отдельных кусков вырубают полностью по прямолинейным контурным линиям с захватом неповреждённой части укрепления на 2-3 см. Подстилающий грунт выбирают вручную на 30-40 см и заменяют непылеватым песком (крупным и средней крупности). Песок тщательно уплотняют трамбовкой. В дальнейшем такие участки заполняют и уплотняют, как указано выше.

При изменении профиля водоотводного сооружения в результате вспучивания или просадки отдельных цементобетонных плит необходимо произвести их переукладку. Вспученные или просевшие плиты вырубаются по продольным и поперечным швам. Освобождённые от соединения с соседними плиты вынимаются из общего укрепления вручную (при массе 10-12 кг) или краном. Грунт под изъятыми плитами выбирают вручную на глубину 30-40 см, заменяют непылеватым песком крупным и средней крупности, тщательно уплотняют трамбовкой и выравнивают. После подгрунтовки боковых и нижних поверхностей неповреждённые плиты укладывают на старое место, повреждённые заменяют новыми, а швы заделывают битумной мастикой.

В качестве материалов для укрепления водоотводных канав, лотков могут быть использованы и геотекстильные материалы. Для повышения допустимой (неразмывающей) скорости воды, светостойкости, срока службы материал обрабатывается битумом.

Укладку полотен в канавах (кюветах) выполняют в продольном направлении, начиная с низовой части с перекрытием полотен не менее 0,5 м. Если раскатка рулонов непосредственно у канавы затруднена, выполняют предварительную подготовку полотен за пределами строительства. В тех случаях, когда требуется полная обработка поверхности геотекстиля битумом (битумной эмульсией), розлив битума при температуре порядка t = 140-160°С производят после укладки полотен в канаве или на горизонтальном участке за пределами площадки строительства. Непосредственно после розлива битума его равномерно распределяют щетками по

всей поверхности и посыпают тонким слоем песка с последующей прикаткой. Обработку геотекстиля битумом на дне канавы производят после его укладки. Закрепление полотен производится Г-образными металлическими анкерами или заделкой краев геосинтетического материала в подготовленных заранее ровиках.

На участках массового разрушения асфальтобетонного (монолитного или сборного) укрепления в виде системы трещин, пучинообразных или просадочных изменений поперечного профиля, наблюдающихся на значительном протяжении, целесообразно произвести замену такого укрепления на цементобетонное. В этом случае разрушенные участки укрепления полностью вырубают и устраивают новое цементобетонное укрепление. В случае изменения на значительном протяжении поперечного профиля канавы с укреплением сборными цементобетонными плитами без разрушения производят переукладку этих плит. Поверхностные повреждения цементобетонных укреплений канав, лотков и других водоотводных сооружений (например, сплошное шелушение) могут ремонтироваться с использованием асфальтобетонной смеси, цементного раствора или теста. Подлежащая ремонту поверхность с помощью асфальтобетонной смеси должна быть равномерно подгрунтована разжиженным битумом или битумной эмульсией в количестве 0,5 л/м^2. Для ремонта может применяться мелкий щебень с максимальным размером зерна 8-12 мм при толщине слоя до 20 мм. Смесь укладывается и уплотняется вручную до уровня первоначального укрепления. Подгрунтовка подготовленных к заделке участков цементобетонными или полимербетонными смесями заключается в смазывании их дна и стенок клеящими материалами. В зависимости от ремонтного состава применяют:

для цементобетонных смесей - цементный клей;

для полимербетонных смесей - полимерное вяжущее.

Для заделки поврежденных участков в качестве цементобетонной смеси применяют мелкозернистый (песчаный) цементобетон. Его приготавливают на высокоактивном цементе марки не ниже 500, а также вводят в воду затворения бетонной смеси добавку хлористого кальция до 2 % от массы цемента. Бетонные смеси укладывают с превышением над поверхностью укрепления 1-2 см, затем уплотняют штыкованием мастерком, приглаживают и затирают.

Полимербетонные ремонтные смеси приготовляют на основе эпоксидного вяжущего. Применяемые составы вяжущего приведены в табл. 16.5, а минеральной смеси в табл. 16.6.

Таблица 16.5

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Материалы	Содержание в частях по массе для составов	
	1	2
Эпоксидная смола	100	100
Полиэтиленполиамин	8-10	20-25
Дибутилфталат	20-25	-
Каменноугольный деготь (или жидкий битум)	-	50-100

Таблица 16.6

Материалы	Содержание материала в % по массе для составов			
	1	2	3	4
Каменные высевки (из прочных изверженных пород) крупностью, мм:				
1,25-0,63; 2,5-1,25 или 5-2,5	-	65-70	65	70
5-0,63	100	-	-	-
Среднезернистый кварцевый песок	-	35-30	25	20
Цемент, минеральный порошок или каменная мука	-	-	10	10

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При заполнении выбоин глубиной более 3 см соотношение между вяжущим и минеральным материалом принимают 1:7 (по массе), при более мелких выбоинах - соответственно 1:4-1:6. Подгрунтовку выбоины производят эпоксидным вяжущим из расчёта 0,3-0,4 л/м^2. После этого выбоину заделывают готовым полимербетоном и присыпают песком.

При использовании для ремонта асфальтобетонной смеси повреждённый участок подвергают подгрунтовке разжиженным битумом или битумной эмульсией из расчета 0,3-0,5 л/м^2. Уложенную асфальтобетонную смесь уплотняют вручную и присыпают песком. Для выравнивания отдельных перекосившихся или просевших крупных плит или тяжёлых сборных элементов может быть использован метод инъецирования под плиту жидкого цементного раствора.

Ремонт закрытых дренажей состоит в замене отдельных звеньев дренажных труб на небольших по протяжению участках, ремонте (замене) устьев и выпусков из дрен, ремонте колодцев, замене на отдельных участках фильтровальной обсыпки. Если дренажная система быстро заиливается, при замене фильтровальной обсыпки или дренажной пыли в дренаж вводится хорошо фильтрующий нетканый синтетический материал, устраиваются дополнительные выпуски из дренажей. Разрушенные выпуски заменяют новыми с приданием им уклона, обеспечивающего быстрый отвод воды. На участках с избыточным увлажнением или недостаточной эффективностью работы дренирующих слоев устраивают новые продольные и прикромочные дренажи, дренажные скважины.

Ремонт водопропускных труб. Основными задачами ремонта водопропускных труб являются: поддержание нормального водотока через трубу, устранение дефектов оголовков и звеньев труб, стыков и гидроизоляции.

При появлении небольших деформаций осадки или смещения звеньев труб дефектные швы заделывают, а лоток трубы выравнивают бетоном. Зазоры между звеньями в швах заделывают просмоленной паклей, а затем жёстким цементным раствором. При развитии значительных деформаций производят перекладку отдельных звеньев. Трубы, имеющие большие повреждения элементов, при невозможности усиления перестраивают. До выполнения ремонтных работ такие трубы необходимо временно укреплять постановкой рам, подпорок, кружал и т.д. Деформированные оголовки перестраивают с одновременным устранением причин, вызвавших деформации.

Если появились признаки повреждения гидроизоляции, вскрывают насыпь над дефектным участком трубы, заполняют швы паклей, пропитанной битумной мастикой. Дефектные швы на ширину 25 см, а также участки с видимыми нарушениями гидроизоляции покрывают несколькими слоями рулонного материала с чередованием битумной мастики. Засыпку трубы производят слоями по 15-20 см с тщательным уплотнением грунта трамбовками.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Пустоты за трубами, образующиеся вследствие вымывания грунта через дефектные швы, при небольшой высоте насыпи вскрывают сверху и заполняют грунтом с послойным уплотнением. Если насыпь высокая - заполняют пустоты песком или цементно-песчаной смесью под давлением. Для этого инжекторы устанавливают в швы между звеньями и нагнетают песок или цементно-песчаную смесь с помощью растворонасоса или цементной пушки. Затем заделывают дефектный шов просмоленной паклей и жёстким цементным раствором.

16.5. Ремонт пучинистых участков

Основной задачей при ликвидации пучин или по предупреждению их образования на эксплуатируемых автомобильных дорогах является применение мероприятий, обеспечивающих отвод воды от земляного полотна, осушение его грунтов, ограничение или пресечение поступления поверхностных и грунтовых вод в рабочий слой. Классификация этих мероприятий приведена в табл. 16.7 [77, 95, 100]. На участках образования пучин прежде всего применяют мероприятия по осушению полосы отвода.

Таблица 16.7

Тип пучины	Источник увлажнения	Условия отнесения к данному типу пучин	Вид мероприятий
I	Поверхностная вода на участках местности с необеспеченным стоком (один источник переувлажнения грунтов)	Расстояние от подошвы насыпи до уреза поверхностной воды менее требуемой величины. Уклон кюветов в выемках менее 20 ‰. Отсутствует перемещение воды в дренирующем слое с верховой стороны. Подземные воды залегают на безопасной глубине	Профилирование и ремонт кюветов; уполаживание откосов насыпи; устройство берм; устройство в подошве насыпи экрана из водонепроницаемого грунта; повышение высоты насыпи; устройство морозозащитного (дренирующего) или теплоизолирующего слоя; устройство гидроизолирующей или капилляропрерывающей прослойки
II	Атмосферные осадки, поступающие через покрытие и обочины при их неудовлетворительном	Отсутствие дренирующих слоев дорожной одежды,	Ремонт покрытия, планировка и гидроизоляция обочин; отвод воды из слоев дорожной одежды из зернистых материалов

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	состоянии (один источник переувлажнения грунтов)	устройств по отводу воды из слоев дорожной одежды из зернистых материалов, выход из дренирующих слоев и устройств закрыт глинистым грунтом	
III	Вода, перемещающаяся в дренирующем слое с верховой стороны (один источник переувлажнения грунтов)	Места вогнутых переломов профиля на участках с затяжными продольными уклонами (более 30 ‰). Поверхностные воды находятся на безопасном расстоянии. Подземные воды залегают на безопасной глубине	Поперечный дренаж мелкого заложения; поперечный трубчатый дренаж; поперечный трубчатый дренаж совместно с продольными трубчатыми дренами
IV	Подземные воды (верховодка или грунтовые воды) (один источник переувлажнения грунтов)	Расстояние от низа дорожной одежды до уровня подземных вод менее безопасной глубины залегания этих вод. Отсутствует перемещение воды в дренирующем слое с верховой стороны. Поверхностные воды находятся на безопасном расстоянии	Устройство траншейного дренажа (подкюветного или прикромочного); увеличение высоты насыпи; устройство морозозащитного (дренирующего) слоя; устройство гидроизолирующей и капилляропрерывающей прослоек; устройство теплоизолирующего слоя

Резервы должны иметь правильную форму. Для этого их планируют с приданием уклона в сторону от подошвы насыпи не менее 20 ‰. Если кювет-резерв имеет участки с длительным стоянием поверхностных вод (отсутствие продольного уклона на отдельных участках), необходимо провести его переустройство (восстановление).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В случаях когда работы по восстановлению кювет-резервов необходимо провести в период застоя в них воды, её следует отвести поперечными канавами в пониженные участки в пределах полосы отвода или во временные специально отрытые накопители. После испарения воды в накопителе следует провести его рекультивацию. Во всех случаях поверхность кювет-резервов должна быть укреплена посевом многолетних культурных растений.

В равнинной местности, где отвод воды от насыпей затруднён, а резервы, выполняющие роль испарительных бассейнов, заболачиваются, следует перестроить насыпь, используя в её верхней части дренирующие грунты, и поднять высотные отметки, обеспечивая предотвращение переувлажнения грунтов стоячими водами. Работы выполняются на основе проекта на ремонт (реконструкцию) дороги.

В случаях когда отвод воды из резервов затруднен, производят ее отжим от границ насыпи. Отжим поверхностных вод при I типе пучин (см. табл. 16.7) осуществляют уполаживанием откосов и устройством берм. Значения «безопасных» расстояний от бровки земляного полотна до уреза воды для насыпи из связных грунтов высотой до 1,5 м даны в табл. 16.8.

Таблица 16.8

Грунт		Безопасное расстояние от уреза воды до бровки земляного полотна, м
Тип грунта	Число пластичности	
супесь песчанистая,	1	10
супесь песчанистая,	3	9
супесь пылеватая,	5	7
супесь пылеватая	7	5

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

суглинок лёгкий песчанистый, суглинок лёгкий пылеватый	7,1-12	5
суглинок тяжёлый пылеватый	12,1-17	5
суглинок тяжёлый песчанистый	12,1-17	4
глина лёгкая пылеватая	17,1-27	4
глина лёгкая песчанистая	17,1-27	3
глина тяжёлая	> 27	2

При высоком уровне грунтовых вод, сильном увлажнении земляного полотна и, как следствие, его деформациях и разрушениях при 3-м типе местности по условиям увлажнения следует увеличить высотные отметки насыпи, в том числе и исходя из необходимости обеспечения разрыва между границами глубины промерзания и капиллярного поднятия влаги. Поднятие высоты насыпи является мероприятием и по обеспечению снегонезаносимости дорог в зимний период, а также систематическом их подтоплении при разливах рек и таянии снежных отложений. Все работы по досыпке насыпи выполняются на основе проекта на ремонт (реконструкцию) участка дороги.

На участках местности с необеспеченным поверхностным стоком (I тип пучин) могут устраиваться и экраны из водонепроницаемого грунта (рис. 16.6). Их следует выполнять из тяжёлой глины с числом пластичности более 27. Величина заглубления экрана в слабоводопроницаемый грунт принимается по табл. 16.9.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

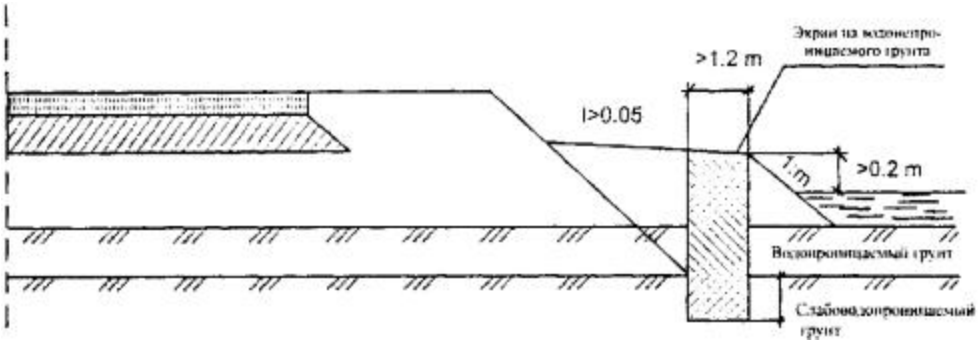


Рис. 16.6. Устройство экрана из водонепроницаемого грунта

Таблица 16.9

Наименование слабоводопроницаемых грунтов	Минимальная величина заглубления экрана $h_{загл}$ в слабоводопроницаемый грунт при числе пластичности		
Тяжёлые суглинки и глины	12,1-14,0	14,1-17,0	17,1-27,0
$h_{загл}$, м	3,5	2,5	2

Ограничение поступающей в земляное полотно воды выполняется ремонтом покрытия, укреплением обочин связными материалами (битумогрунт, асфальтобетон и др.).

Гидроизоляция и ремонт покрытия проезжей части предусматривают заливку трещин, устройство поверхностной обработки, устройство нового покрытия, обеспечивающих защиту от поступления в земляное полотно атмосферных осадков в виде дождя и тающего снега.

Гидроизоляция обочин применяется в случаях, когда при укреплении не применяются покрытия из асфальтобетона. Для гидроизоляции используются различные материалы и плиты, обладающие необходимой влагонепроницаемостью.

Поперечные дренажи мелкого заложения (рис. 16.7) применяются на участках дороги с затяжными продольными уклонами, превышающими поперечные (III тип пучин), а также при снижении фильтрации дренирующего слоя дорожной конструкции. Значения угла а по рис. 16.7 принимаются 60°-80° соответственно при уклоне дороги 80-40 ‰. Дренажные прорези (воронки) устраивают на участках с недостаточной фильтрацией дренирующего слоя или заиливании его выходов на

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

откос насыпи, а также с целью отвода воды из дренирующего слоя в период оттаивания земляного полотна.

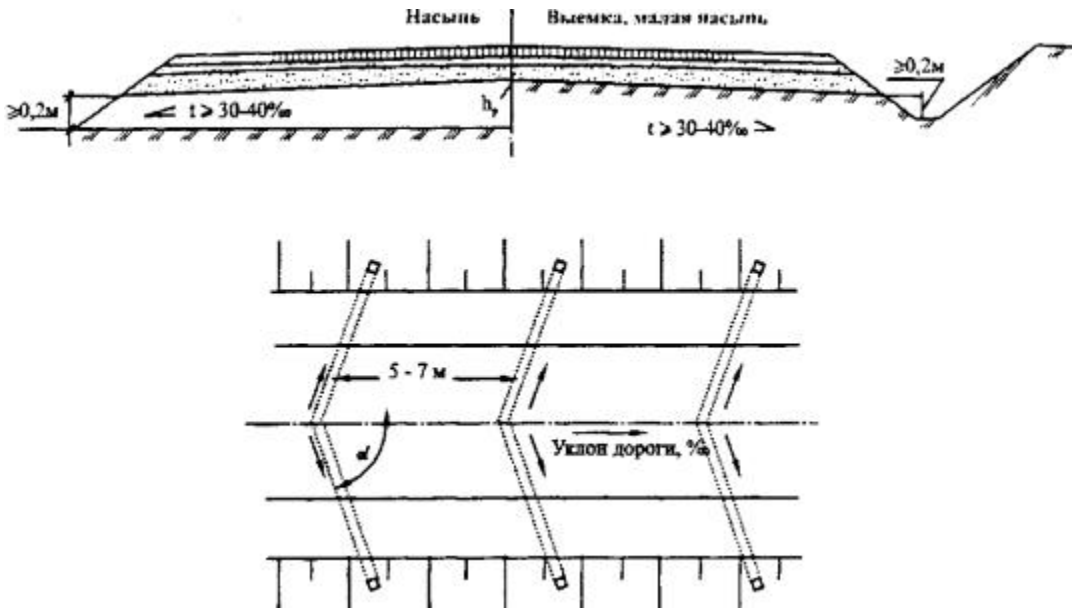


Рис. 16. 7. Устройство дренажей мелкого заложения

На пучинистых участках с IV типом пучин, где условия рельефа позволяют осуществить сброс воды, устраивают подкюветный траншейный дренаж (рис. 16.8).

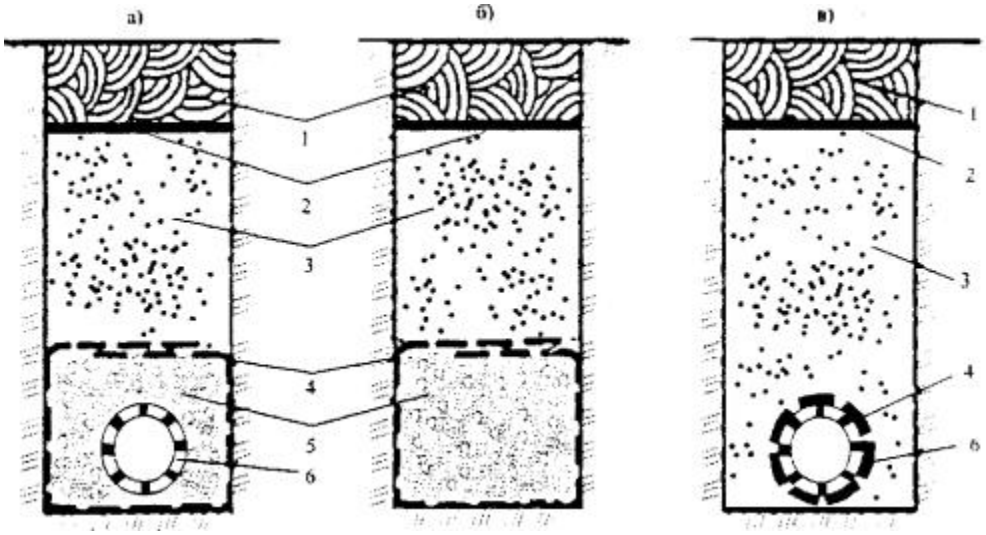


Рис. 16.8. Конструкции траншейного дренажа:
а - щебёночно-трубный; б - беструбный; в - бесщебёночный;
1 - глиняный экран; 2 - полиэтиленовая пленка; 3 - песок крупный; 4 - нетканое синтетическое полотно; 5 - щебень; 6 - дренажная труба

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Эффект понижения грунтовых вод определяется видом дренажа (двухсторонний или односторонний, совершенный или несовершенный). Для этого типа пучин, а также в условиях возможности сброса воды с целью снижения влажности грунтов насыпи, при низкой фильтрации или заиливании дренирующего слоя аналогично устраивается и прикромочный траншейный дренаж. Исходя из условий рельефа сброс воды из прикромочного трубчатого дренажа производится с помощью поперечных выпусков на местность либо в дополнительные сооружения (коллекторы, дренажи). Конструкции возможных типов дренажей представлены на рис. 16.9. Глубину заложения дренажей определяют расчётом, но не менее 0,5 м.

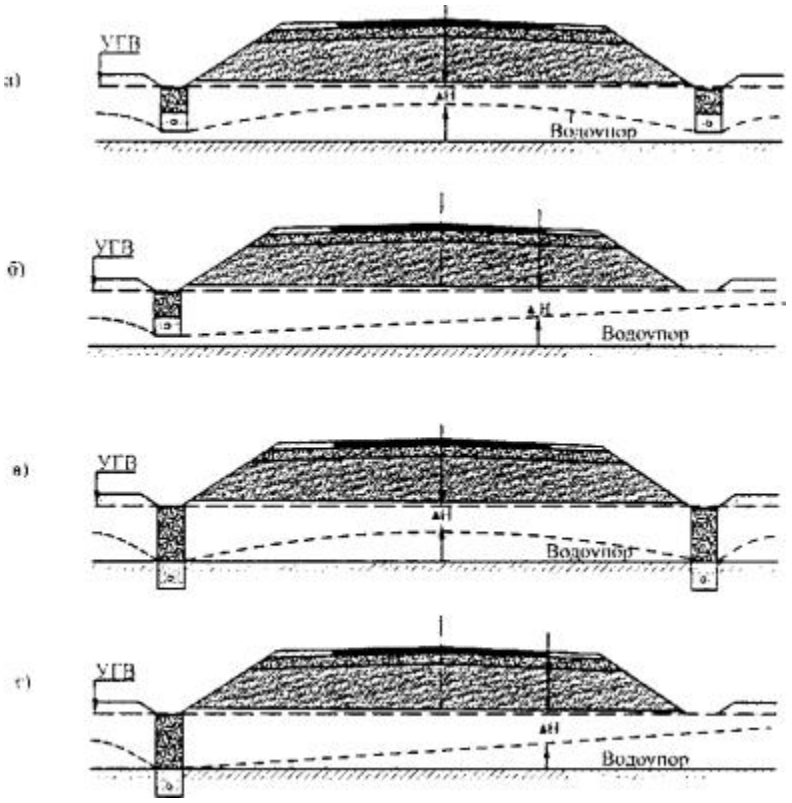


Рис. 16.9. Дренажи на автомобильных дорогах:
а, б - двусторонний и односторонний несовершенный дренаж; в, г - двусторонний и односторонний совершенный дренаж

Весьма эффективным является осушение пучинистых участков дренами скважинного типа. Наиболее производительным методом их сооружения является проходка с помощью пневмопробойников (рис. 16.10). Наличие уклона обеспечивает быстрый отвод свободной воды под действием гравитационных сил. В качестве заполнителя таких дрен может использоваться крупнозернистый песок или нетканый геосинтетический материал. Расстояние между дренами принимается в зависимости от времени осушения и влажности грунта и обычно составляет 1,5-2 м. В условиях недостаточной эффективности мероприятий по осушению земляного полотна на пучинистых участках возможно повышение их прочности путем

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

химического закрепления грунтов активной зоны. На рис. 16.11 схематически показано такое решение.

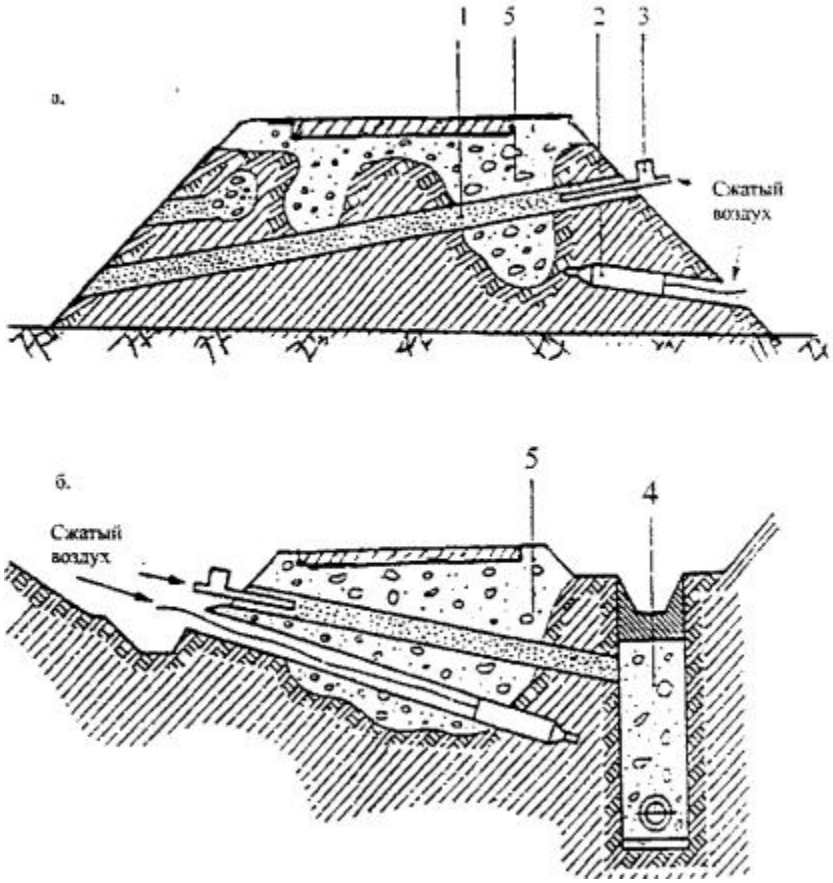


Рис. 16.10. Применение пневмопробойников для устройства дренажа земляного полотна:
а - насыпь; б - выемка;
1 - дренажная скважина; 2 - пневмопробойник; 3 - установка для заполнения скважин дренирующим материалом; 4 - подкюветный дренаж; 5 - ослабленная зона земляного полотна

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

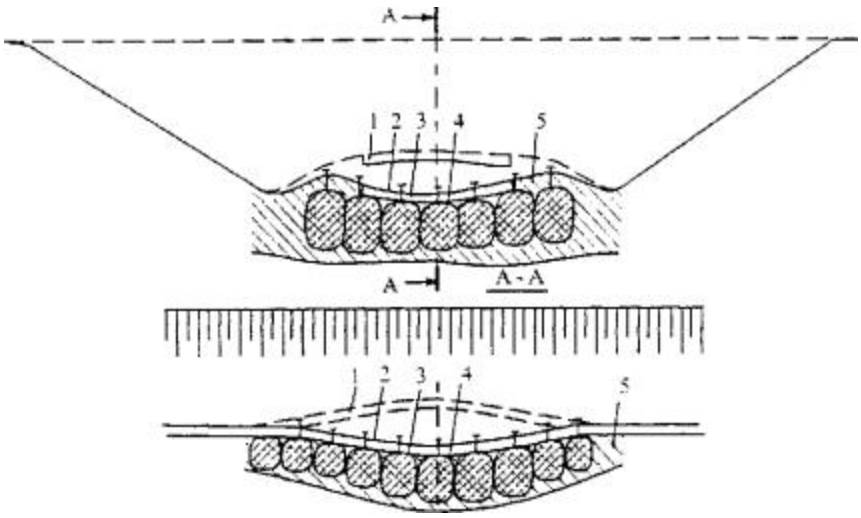


Рис. 16.11. Схема ликвидации пучин и повреждений верхней части земляного полотна химическим способом:
1 - положение дорожного покрытия зимой; 2 - положение дорожного покрытия весной; 3 - дорожная одежда; 4 - укреплённый грунт; 5 - пучинистый грунт

Наиболее кардинальными и в то же время дорогостоящими способами ликвидации пучин является замена материала пучинистого грунта и материала дренирующего слоя, применение мероприятий по усилению земляного полотна под проезжей частью дороги. Они связаны с переустройством дорожной конструкции. Это мероприятие следует применять в случаях, когда другие способы не дают необходимого эффекта. Для замены используются пески требуемого грансостава с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сут. Эффективность работы дренирующего слоя на таких участках увеличивают за счёт применения прослоек из нетканых материалов толщиной не менее 4 мм и коэффициентом фильтрации 50 м/сут и более.

При II типе пучин применяются гидроизолирующие прослойки (рис. 16.12, а), устраиваемые под основанием переустраиваемых дорожных одежд. Конструкция позволяет перехватить воду, проникающую через дорожную одежду и обочины.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

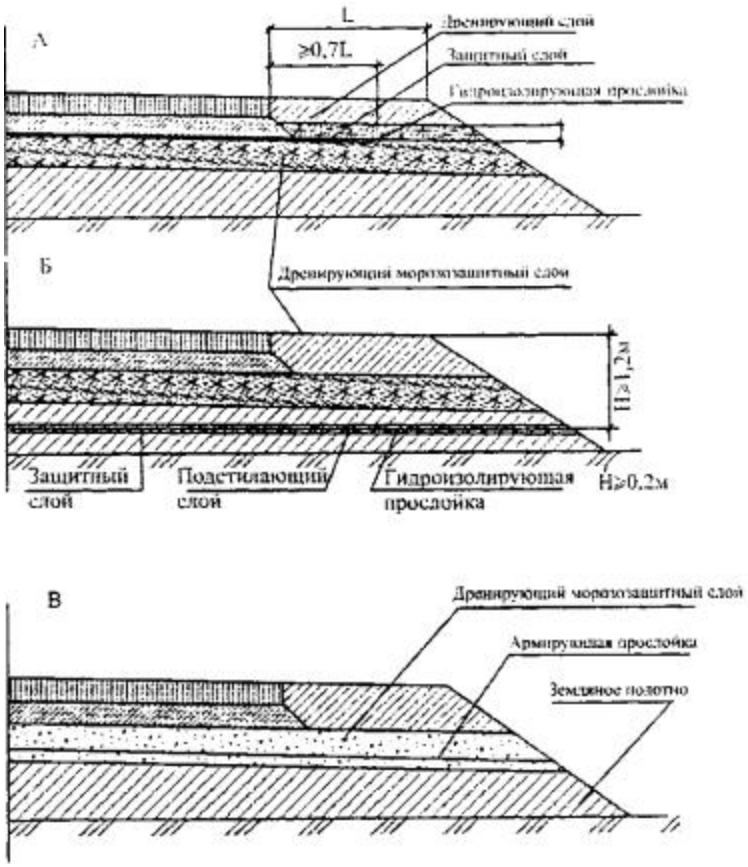


Рис. 16.12. Конструктивные решения при переустройстве пучинистых участков: А - конструкция с гидроизолирующей прослойкой под дорожной одеждой; Б - то же, в земляном полотне; В - то же, с армирующей прослойкой

На участках местности с необеспеченным поверхностным стоком при высоком уровне стояния подземных вод (I и IV тип пучин) применяется конструкция (рис. 16.12, б), которая также связана с необходимостью полного переустройства дорожной одежды. При устройстве гидроизолирующих прослоек используют полиэтиленовую пленку толщиной 0,2 мм и более, стабилизированную 2 % канальной сажи, изол и обработанный битумом нетканый геосинтетический материал.

Армирующие прослойки (рис. 16.12, в) применяются для повышения несущей способности грунта земляного полотна на пучинистых участках без его удаления, если его влажность составляет менее 0,9 от границы текучести, при частичной замене пучинистого грунта, при уменьшении толщины морозозащитного слоя или конструктивных слоев дорожной одежды.

Армирующую прослойку укладывают на грунт. Применение армирующей прослойки возможно в сочетании с другими мероприятиями, в том числе и с устройством теплоизолирующего слоя (рис. 16.13). Такая конструкция позволяет

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ограничить пучение грунта земляного полотна допустимыми нормами или полностью предотвратить его промерзание.

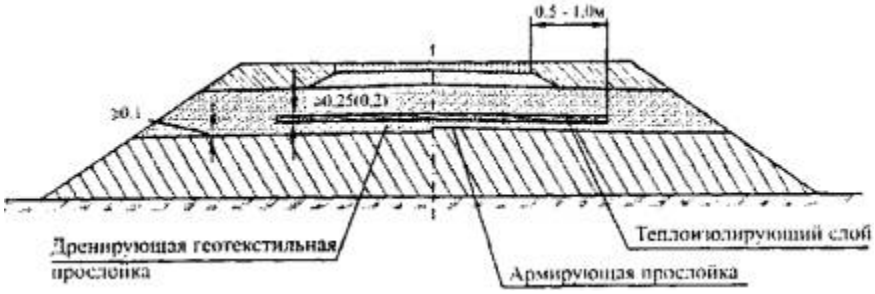


Рис. 16.13. Комплексная защита земляного полотна

16.6. Уширение земляного полотна и исправление продольного профиля

При необходимости увеличения ширины земляного полотна используются решения по двухстороннему или одностороннему уширению.

Двухстороннее уширение (рис. 16.14, а) по технологическим признакам (повышенный объём земляных работ, сложность выполнения линейных работ, трудность использования общестроительных дорожных машин) целесообразно использовать при насыпях высотой до 2 м с крутизной откоса 1:3 и положе, если соблюдается условие $B_ф > DB_{П.Ч} < 2B_ф$ ($B_ф$ - ширина обочины существующей дороги, $B_{П.Ч}$ - ширина уширения проезжей части). Двухстороннее уширение применяется и в тех случаях, если по местным условиям невозможно одностороннее уширение (близко расположены границы зданий и сооружений, близкое расстояние до различных коммуникаций, неблагоприятные рельеф и грунтовогидрологические условия, наличие охранных, запретных зон и т.д.).

Одностороннее уширение насыпей (рис. 16.14, б) по технологичности, экономичности (уменьшение объема земляных работ, отсутствие необходимости в устройстве объездного пути, сохранение оголовков труб с одной стороны и т.д.) является более предпочтительным, однако обладает существенным недостатком - необходимостью устройства дорожной одежды в ряде случаев в зоне стыка полосы уширения с существующей насыпью и необходимостью смещения оси проезжей части. Одностороннее уширение насыпей возможно как при высоте насыпей до 2 м, так и более.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

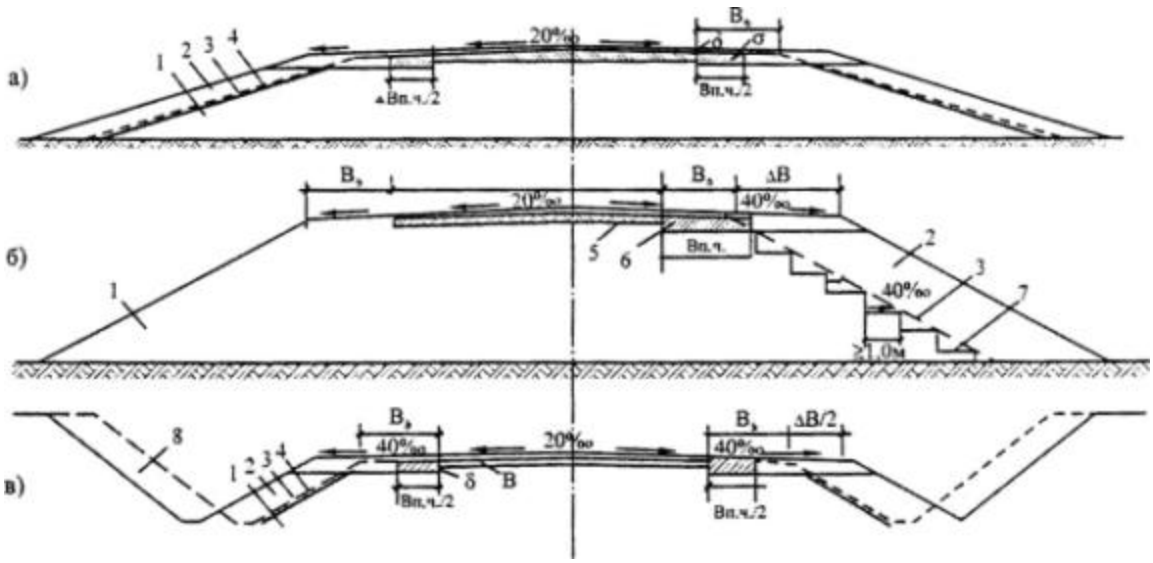


Рис. 16.14. Основные варианты уширения земляного полотна:
а, б, в - соответственно двустороннее, одностороннее уширение насыпи и уширение выемки; *DB* - величина уширения земляного полотна; $DB_{П.Ч}$ - величина уширения проезжей части; $B_ф$ - фактическая ширина обочины;
1 - существующая насыпь; 2 - уширение насыпи; 3 - положение откоса существующей насыпи; 4 - борозды на откосе; 5 и 6 - дорожная одежда, существующая и на уширении; 7 -уступ; 8 - удаляемая часть откоса выемки

Для обеспечения надлежащего соединения грунтов существующей наспи из связных грунтов с отсыпаемой полосой уширения после удаления растительного грунта выполняют рыхление грунта или устройство уступов. Рыхление грунта (или устройство борозд глубиной 0,2-0,25 м) выполняют на насыпях высотой до 2 м, а также на насыпях до 4 м при грунтах оптимальной влажности и с заложением откосов 1:1,75 и положе. В остальных случаях сопряжение выполняют с помощью уступов, устраиваемых в процессе работ по уширению насыпи. Высоту уступа принимают наибольшей исходя из технологических возможностей и обеспечивающей ширину полки не менее 1,0-1,5 м.

Уширение выемок выполняют с учётом грунтовогидрологических условий путем односторонней или двухсторонней срезки откосов выемки (рис. 16.14, в). При этом для уменьшения объёма земляных работ, вероятности размыва при глубине выемок более 2 м целесообразно вместо боковых канав глубиной 0,5 м и более трапецеидальной формы устраивать укреплённые лотки треугольного сечения глубиной 0,3 м и более.

При уширении насыпи следует применять те же грунты, что и на существующей дороге. Если это по тем или иным причинам невозможно осуществить, используют либо песчаные непылеватые грунты, либо (в случае насыпи из связных грунтов)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

глинистые грунты с числом пластичности не выше, чем у грунтов существующей насыпи.

Песчаные грунты с коэффициентом фильтрации $K_ф$ ³ 1 м/сут следует применять:

при наличии пучинообразования на существующей дороге на глубину 1,0-1,2 м от поверхности покрытия;

на подтопляемых участках, в местах длительного стояния поверхностных вод, на слабых основаниях - в нижней части насыпи на 0,5 м выше уровня поверхностных вод.

Если при ведении работ по уширению не удаются изложенные выше положения по подбору грунта, технологии, конструктивным решениям и т.д., может иметь место снижение надёжности конструкции в части её устойчивости и прочности. В этих условиях целесообразно использовать дополнительные мероприятия, в частности: уположение откосов, устройство дренажа, устройство прослоек и геосинтетических материалов. Эти решения необходимо применять и при выполнении работ по уширению в сложных условиях (уширение насыпей на слабых основаниях, в стеснённых условиях с устройством откосов повышенной крутизны и т.д.).

Для повышения прочности и устойчивости присыпной части насыпи при уширении целесообразно использовать прослойки из геосинтетических материалов. Возможность применения геосинтетических материалов при уширении насыпей определяется их свойствами и соответствием задачам, возникающим при выполнении этих работ.

Решения с применением геосинтетики при уширении земляного полотна наиболее эффективны в сложных условиях производства работ на слабых основаниях (болота, переувлажнённые минеральные грунты), в стеснённых условиях, когда традиционные решения не приносят требуемого эффекта с точки зрения прочности конструкции (рис. 16.15).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

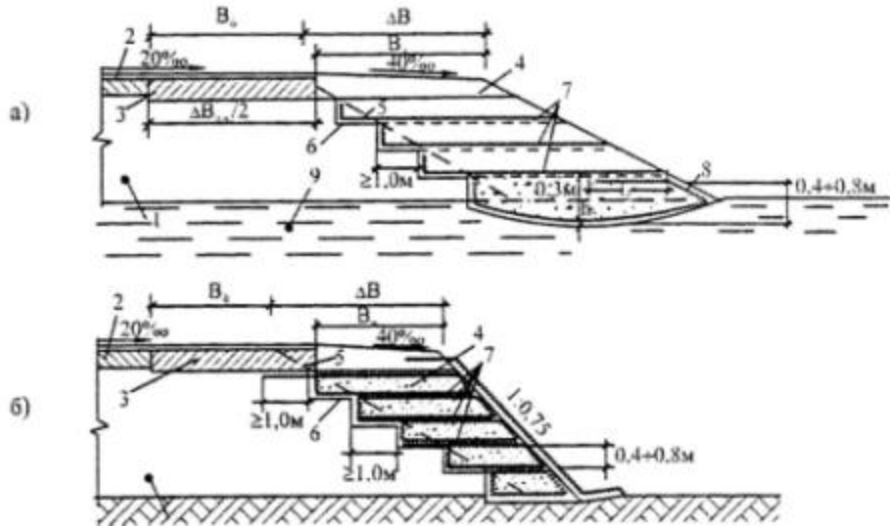


Рис. 16.15. Конструктивные решения по уширению земляного полотна с применением геосинтетических материалов (ГМ):
а, б - соответственно уширение насыпи на слабом основании и в стеснённых условиях; *DB* - величина уширения земляного полотна; $DB_{П.Ч}$ - ветчина уширения проезжей части; $B_{ф}$ - ширина обочины существующей дороги; $B_{П}$ - ширина проектируемой обочины;
1, 2 - существующая насыпь и дорожная одежда; 3 - уширение дорожной одежды; 4 - уширение насыпи; 5 - положение откоса существующей насыпи; 6 - уступ; 7 - прослойки ГМ; 8 - полуобойма; 9 - слабое основание

При уширении насыпи на слабом основании целесообразно использовать прослойки из нетканых геосинтетических материалов в качестве комплексных мероприятий (защитно-армирующих, дренирующих, технологических), влияющих прямо (повышение устойчивости за счёт армирования основания уширения) и косвенно (улучшение условий отсыпки грунта уширения) на прочность уширения земляного полотна. В этом случае укладывают несколько прослоек по высоте уширения, заводя их на устраиваемый уступ, ширина полки которого не должна быть меньше, как правило, 1,0 м, чем обеспечивается надлежащая заделка геосинтетического материала. Пересекая предполагаемую поверхность скольжения, прослойки воспринимают часть сдвигающих усилий. Расположение прослоек по высоте уширения назначают с учётом следующих положений:

в нижней части уширения, наиболее нагруженной и непосредственно контактирующей со слабым основанием, целесообразно размещать не менее двух прослоек: на песчаном, выравнивающем слабое основание, слое толщиной 0,2-0,3 м и на высоте 0,8- 1,0 м от него;

в верхней части рабочего слоя, где предъявляются повышенные требования к уплотнению грунтов, целесообразно размешать хотя бы одну прослойку непосредственно по подошве верхнего из уплотняемых грунтовых слоев уширения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Остальные прослойки распределяют равномерно по высоте насыпи уширения. Для обеспечения равнопрочности конструкции полотна геосинтетические материалы укладывают только путём раскатки рулонов в направлении, поперечном оси насыпи.

При устройстве уширения в стеснённых условиях с откосами крутизной, превышающей наибольшую по СНиП, может быть применено решение (рис. 16.15, б), когда грунт уширения заключают в обоймы из геосинтетического материала. Здесь предпочтительно применение более жёстких материалов. При такой крутизне откосов обеспечение местной устойчивости возможно с помощью защитной прослойки из ГМ. Таким образом, наилучшим вариантом решения с точки зрения применяемых материалов было бы применение жёстких армирующих сеток для создания обойм и нетканых иглопробивных материалов на поверхности откоса в качестве защитных прослоек.

Создание конструкции «грунт в обойме» приводит к повышению общей устойчивости откоса уширения за счёт пересечения предполагаемой поверхности скольжения работающими на растяжение прослойками и восприятия ими бокового давления грунта, а также обеспечивает и местную устойчивость. На этой основе создается возможность увеличения заложения откосов до 1:0,75 и уменьшения полосы отвода при обеспечении прочности конструкции.

Уширение земляного полотна включает послойную отсыпку, распределение и уплотнение грунта. При уширении 3 м и более работы выполняют обычным образом: подвозят грунт автомобилями-самосвалами, распределяют бульдозером (гусеницы трактора или колёса тягача не должны проходить ближе 0,7 м от внешнего края уплотняемого слоя), уплотняют катком на пневмошинах челночными проходами (не ближе чем 0,5 м от внешнего края уплотняемого слоя). Толщину отсыпаемого слоя принимают из расчёта достижения требуемой плотности.

При уширении менее 3 м принимают один из двух вариантов отсыпки с последующим выбором на основе технико-экономического анализа:

отсыпка уширяемой части с верха старой насыпи с подвозом грунта автомобилями-самосвалами по существующей дороге и его смещением бульдозером после выгрузки за бровку;

отсыпка уширяемой части на большую, чем требуется, ширину, достаточную для производства работ имеющейся техникой (не менее 3 м), что предполагает увеличение объёма земляных и подготовительных работ.

Уступы, если они необходимы, устраивают при пологих откосах (крутизна менее 1:3) автогрейдером при проходах его вдоль насыпи. При более крутых откосах уступы вырезаются по мере отсыпки грунта на уширяемой части с

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

поверхности уже отсыпанного слоя. Для этого срезают откос краем ножа бульдозера или автогрейдера при их продольном проходе по уже отсыпанной части уширения.

Устройство прослоек из геосинтетических материалов выполняют по подготовленному (выровненному и уплотненному) грунтовому основанию. Рулоны геосинтетических материалов и анкеры (скобы) для их крепления к грунту транспортируют к месту производства работ и равномерно разгружают вдоль насыпи по длине захватки. Количество рулонов определяется суммарной длиной полотен прослойки с учётом взаимного перекрытия их краевых участков.

Исправление продольного профиля. Исправление продольного профиля при ремонте дороги осуществляется путём увеличения высоты насыпей и глубины выемки существующей дороги. Такие работы необходимы для смягчения продольного уклона, обеспечения видимости в продольном профиле или обеспечения снегонезаносимости.

Увеличение высоты насыпей производят также на снегозаносимых участках с целью поднятия бровки земляного полотна до отметки снегонезаносимой насыпи; на пучинистых участках и участках с высоким уровнем грунтовых или стоячих поверхностных вод до отметки, превышающей капиллярное поднятие воды. Существующие насыпи высотой более 3 м повышают только в исключительных случаях.

Увеличение высоты насыпей. При повышении высоты насыпи неизбежно происходит её уширение по подошве и по всей высоте по сравнению с существующей дорогой за счёт изменения заложения откосов (рис. 16.16).

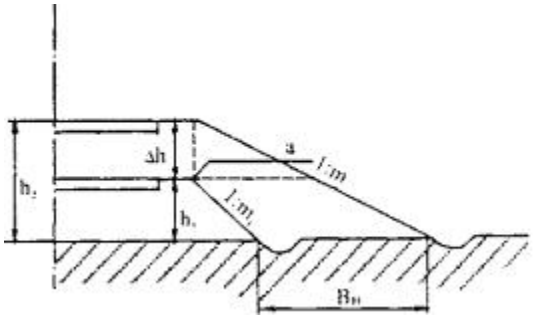


Рис. 16.16. Схема определения геометрических размеров земляного полотна при увеличении высоты насыпи

Как правило, у старых дорог заложение откосов насыпей небольшой высоты составляет 1:1 или 1:1,5. В то же время по современным нормам крутизну откосов насыпей высотой до 3 м на дорогах I-III категорий следует назначать с учётом обеспечения безопасного съезда транспортных средств в аварийных ситуациях, как правило, не круче 1:4, а для дорог других категорий при высоте откоса насыпи до 2

м - не круче 1:3. Такие откосы достаточно укрепить травосеянием или одерновкой. На ценных землях допускается увеличение крутизны откосов до предельных значений от 1:1 до 1:1,75 в зависимости от типа грунта насыпи с разработкой дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности движения и укреплению откосов. Аналогичные решения могут быть приняты и для других условий при технико-экономическом обосновании.

Величина уширения на уровне отметки бровки земляного полотна существующей дороги может быть определена по формуле

$a = m_2 \times Dh$, м, где
(16.1)

m_2 - заложение откоса насыпи после ее повышения;

Dh - увеличение высоты насыпи, м.

Величина уширения по подошве насыпи составит

$B_н = m_2 \times h_2 - m_1 \times h_1$, м, где
(16.2)

h_1 - высота насыпи до реконструкции, м;

h_2 - общая высота насыпи после реконструкции, м;

m_1 - заложение откоса насыпи до реконструкции.

Увеличение высоты насыпи может быть без изменения положения оси дороги и с изменением (смещением) оси дороги в плане.

Выбор порядка и технологии производства работ при повышении высоты насыпей зависит от большого количества факторов: высоты старой насыпи и крутизны её откосов, величины повышения насыпи и крутизны новых откосов, положения оси дороги до и после повышения насыпи, типа и состояния дорожной одежды, грунтов и системы водоотвода и т.д.

При увеличении высоты насыпи старую дорожную одежду, как правило, разбирают, перерабатывают и обогащают новым материалом, а затем обогащенный материал используют при строительстве новой дорожной одежды или на других дорожных работах. Однако могут быть и другие варианты использования старой дорожной одежды. При повышении насыпи на 0,25-0,30 м, а в некоторых случаях и до 0,5 м старую дорожную одежду используют как основание, на котором устраивают новую дорожную одежду. Окончательное решение принимают после технико-экономического сравнения вариантов, в которых учитывают затраты на

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

снятие старой одежды, переработку и обогащение получаемых материалов, повторную укладку этих материалов в дорожную одежду и сравнивают эти затраты с расходами на строительство новой дорожной одежды.

Аналогичные расчёты производят при значительном увеличении высоты насыпи. Как правило, более экономичным является вариант снятия старой дорожной одежды с дальнейшим использованием её материалов в дорожных конструкциях. Но в некоторых случаях при разборке гравийных или щебёночных покрытий материалы оказываются настолько измельченными, слабопрочными и загрязненными, что затраты на их переработку и обогащение превышают стоимость строительства новой дорожной одежды. В этом случае дорожную одежду не разбирают, а засыпают грунтом в земляном полотне.

При небольшом повышении насыпи (до 40-50 см) работы производят путём отсыпки слоя грунта на обочины после снятия растительного слоя с обочин и верхней части земляного полотна. Работы выполняют в такой последовательности:

снятие растительного слоя с обочин и верхней части откосов на высоту 0,5-0,6 м;

послойная разборка и удаление материалов слоя старой одежды;

послойная засыпка корыта грунтом и его уплотнение;

отсыпка песчаного слоя, устройство новой дорожной одежды;

досыпка обочин и их укрепление.

Если старая одежда остается как основание новой, поднятие земляного полотна, по существу, сводится к досыпке грунта на обочины и его уплотнению.

При необходимости увеличить высоту насыпи более чем на 0,5 м работы ведутся снизу вверх от подошвы насыпи так же, как и при уширении земляного полотна. После снятия растительного слоя с откосов насыпи, кюветов и поверхности прилегающей полосы, где будет размещена подошва новой насыпи, засыпают кюветы или боковые канавы с послойным уплотнением грунта. Затем так же, как и при уширении, послойно отсыпают новые откосные части насыпи с рыхлением старого откоса или нарезкой уступов.

Если ширина отсыпаемого откоса достаточна для работы бульдозера, автогрейдера и катков, каждый уступ нарезают шириной 0,3-0,5 м, высотой равной высоте отсыпаемого слоя (0,25-0,35 м). Отсыпают и уплотняют грунт. Затем нарезают второй снизу уступ и так отсыпают откосную часть до бровки старой насыпи.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Если ширина отсыпаемого откоса меньше 1,5-2,0 м, может быть принят один из двух вариантов:

а) увеличивают ширину уступа так, чтобы обеспечить возможность работы дорожных машин при послойной отсыпке откосной части земляного полотна;

б) увеличивают ширину вновь отсыпаемых слоев, которые после возведения насыпи срезают, а грунт перемешают на другие участки работы.

Таким образом отсыпается новая откосная часть насыпи до уровня бровки земляного полотна существующей дороги. Дальнейшее повышение насыпи выполняется по обычной технологии возведения земляного полотна. Следует отметить, что при увеличении высоты насыпей необходимо соблюдать те же требования к грунтам, их взаиморасположению и степени уплотнения, что и при уширении земляного полотна.

Увеличение глубины выемок. Увеличение глубины существующих выемок производится значительно реже, чем увеличение высоты насыпей, что объясняется более сложными условиями осуществления таких работ. Дело в том, что изменение проектной линии в выемке влечёт за собой изменение проектной линии и на подходах к ней (рис. 16.17).

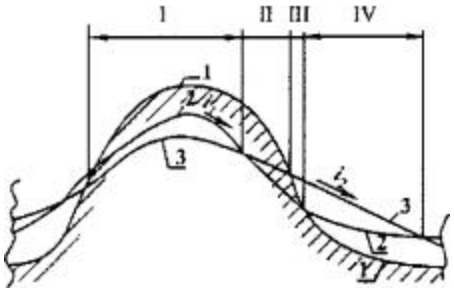


Рис. 16.17. Схема расположения смежных участков изменения глубины выемки и высоты насыпи при смягчении продольного уклона:
I - участок увеличения глубины выемки; II - участок уменьшения глубины выемки; III - участок, где выемка заменяется насыпью; IV - участок увеличения высоты насыпи;
1 - линия поверхности земли; 2 - положение красной линии до реконструкции; 3 - то же, после реконструкции; i_1, i_2 - максимальный продольный уклон до и после реконструкции

При этом можно выделить ряд характерных участков изменения продольного профиля:

участок увеличения глубины выемки - I;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

участок уменьшения глубины выемки - II;

участок, где выемка заменяется насыпью, - III;

участок увеличения высоты насыпи на подходе к выемке - IV.

В реальных условиях некоторые из названных участков могут отсутствовать, но все равно организация работ по реконструкции выемок остается сложной. При увеличении глубины выемок неизбежны увеличение её ширины по верху, снятие существующей дорожной одежды, перестройка системы водоотвода и дренажа (рис. 16.18).

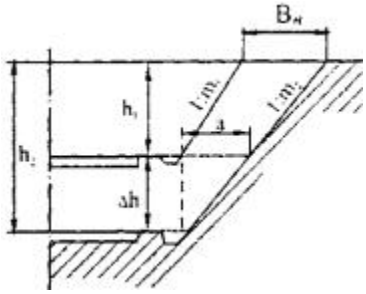


Рис. 16.18. Схема определения геометрических размеров углубляемой выемки

В ряде случаев одновременно с углублением выемки для повышения устойчивости откоса или обеспечения снегонезаносимости увеличивают заложение откосов, т.е. уполаживают их. Увеличение ширины выемки по верху с одной стороны в этом случае составит

$B_в = m_2 \times h_2 - m_1 \times h_1$, м, где

(16.3)

m_1 и m_2 - заложение откоса выемки до и после реконструкции;

h_1 и h_2 - глубина выемки до и после реконструкции, м.

Если крутизна откоса после реконструкции остается такой же, как и до реконструкции, увеличение ширины выемки по верху с одной стороны составит

$B_в = m(h_2 - h_1)$, м, где
(16.4)

m - заложение откоса выемки.

Работы по углублению выемок начинаются, как правило, с устройства объезда, снятия растительного слоя с откосов выемки и поверхности земли на полосе уширения. После этого производят уширение выемки до отметки бровки

существующей дороги сначала с одной, а затем с другой стороны или с обеих сторон одновременно. Движение автомобилей в этот период может осуществляться по обеим полосам проезжей части без перерыва. При величине уширения более 2 м разработку откосов выемки можно выполнять бульдозером с продольным перемещением грунта. При меньшей величине уширения разработку откосов выемки выполняют экскаватором-драглайн или экскаватором с обратной лопатой, который устанавливается наверху откоса и разрабатывает грунт с погрузкой в транспортные средства или в отвал.

Экскаватор может быть использован и для разработки откосов при большой величине уширения и большой глубине выемки. В этом случае может быть использован экскаватор с прямой лопатой, который разрабатывает откос ярусами с погрузкой грунта в транспортные средства. При уширении и углублении больших и глубоких выемок этот метод широко применяется. После того как откосы выемки разработаны на глубину до отметки бровки существующей дороги, приступают собственно к углублению выемки до проектной отметки. К этому времени должно быть закрыто движение по основной дороге и перенесено на объезд или организовано движение по одной стороне проезжей части и снята дорожная одежда.

Работы по углублению выполняют скреперами или бульдозерами. Технология работ практически не отличается от работ по строительству дорог. Завершающим этапом работ по углублению выемок является планировка и укрепление откосов, нарезка и укрепление кюветов и водоотводных канав.

ГЛАВА 17. Ремонт покрытий и дорожных одежд

17.1. Последовательность работ при ремонте дорожных одежд и покрытий

К ремонту асфальтобетонных покрытий относят работы по устройству слоев износа, шероховатых и защитных слоев, работы по обеспечению ровности и шероховатости покрытий, ликвидации колей глубиной до 45 мм, а также восстановлению покрытий способами и методами, обеспечивающими повторное использование материала старого покрытия.

К капитальному ремонту дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием относят работы по усилению дорожных одежд с исправлением продольных и поперечных неровностей, укладкой дополнительных слоев основания и покрытия; уширению дорожной одежды до норм, соответствующих категории ремонтируемой дороги; ликвидации колей глубиной более 45 мм с заменой нестабильных слоев методами фрезерования и регенерации; устройству вновь дорожных одежд в местах исправления и перестройки земляного полотна и другие работы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Как правило, ремонт покрытий и дорожных одежд выполняют в составе общего комплекса работ по ремонту дороги в соответствии с проектом, разработанным на основании результатов диагностики и детального обследования транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Конкретный метод ремонта выбирают в зависимости от состояния дороги, интенсивности движения, наличия материалов и дорожной техники, установленных сроков ремонта и объёмов работ, возможности объезда ремонтируемого участка.

Независимо от применяемого способа ремонта в процессе его выполнения имеется определенная последовательность операций и работ, которую необходимо проанализировать при подготовке проекта организации работ и скорректировать с учётом конкретных условий. При этом все работы можно разбить на несколько этапов: подготовительные работы; приготовление и доставка материалов; распределение и разравнивание материалов; уплотнение; заключительные работы и уход за отремонтированным участком и организация движения.

Подготовительные работы включают в себя:

оценку условий проведения ремонта, изучение и анализ проектно-сметной документации, уточнение видов и объёмов работ; условий поставки материалов;

подбор оптимальных составов машин и оборудования, проверка их готовности к работе; составление технологических карт и графиков организации работ;

организацию контроля качества материалов и работ;

организацию движения на участке ремонта путём установки ограждений и временных знаков, устройства разметки, освещения; устройство съездов, объездов или временных дорог;

очистку, мойку, подгрунтовку старого покрытия, выполнение работ по заделке трещин, выбоин и устранению других дефектов;

устройство выравнивающего слоя.

Состав подготовительных работ может быть сокращён или расширен в зависимости от конкретных условий.

Перед укладкой слоев износа, шероховатых слоев, слоя поверхностной обработки или слоя усиления необходимо выполнить работы по текущему ремонту: заделать трещины и провести ямочный ремонт, исправить кромки и устранить другие мелкие повреждения. Если ямочный ремонт производят горячей смесью, то после заделки выбоин можно сразу укладывать слой износа способом поверхностной обработки или другим способом.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Если ямочный ремонт производится с применением холодных смесей, то слои износа, защитные, шероховатые и другие слои можно устраивать через 10-12 дней, когда произойдёт доуплотнение и формирование отремонтированных мест под движением автомобилей.

Устранение неровностей может производиться фрезерованием или укладкой выравнивающего слоя. Незначительные неровности могут устраняться за счёт увеличения расхода основного материала при устройстве защитного слоя или слоя износа. Для устранения неровностей до 40 мм укладывают выравнивающий слой из мелкозернистых асфальтобетонных смесей, а при неровностях более 50 мм - из крупнозернистых смесей.

Приготовление и доставка материалов. Способ приготовления и доставка материалов к месту их укладки зависит от выбранного способа ремонта и технологии работ.

На место производства работ могут доставляться исходные материалы в виде щебня, песка, битума или битумной эмульсии и др., из которых приготавливается смесь и укладывается. Может доставляться готовая смесь, приготовленная в стационарной установке на заводе или в передвижном смесителе в процессе движения от места загрузки к месту укладки. В любом случае необходимо заранее уточнить требования к качеству и составу материалов, условиям их приготовления и транспортировки и организовать контроль качества.

Особое внимание необходимо обращать на сохранение температуры горячих и тёплых смесей в процессе транспортировки. В зависимости от температуры воздуха и требований к температуре материала может быть ограничена дальность транспортировки или возникнет необходимость дополнительных мер по поддержанию температуры путём обогрева и утепления кузова или ёмкостей транспортных машин.

При транспортировке некоторых материалов пластичной консистенции происходит их расслаивание, для предупреждения которого необходимо применять принудительное перемешивание в процессе доставки. Рыхлые материалы, в том числе асфальтобетонные смеси в процессе транспортировки, погрузки и разгрузки подвержены сегрегации, то есть разделению по фракциям, что может служить причиной неоднородности слоев покрытия из этих материалов. Во избежание этого явления необходимо соблюдать требования к способам погрузки, разгрузки и подачи материалов в укладочные машины, особенно при использовании для транспортировки автомобилей очень большой грузоподъёмности. Важно обеспечить контроль качества материалов на месте укладки, предусмотренной нормами.

Распределение и разравнивание. Укладка, распределение и разравнивание выполняются различными машинами и оборудованием в зависимости от

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

применяемых материалов и технологии работ. При этом важное значение имеет соблюдение требований к погодным условиям и состоянию поверхности, на которую укладывается материал, к температуре материала, к толщине укладываемого материала с учётом запаса на уплотнение, его однородности, равномерности, ровности. Выполнение большинства этих требований зависит от настройки и качества управления рабочих органов укладочных и распределяющих машин. Поэтому их настройка и подготовка к работе требует особого внимания.

Уплотнение. Выбор средств уплотнения, схем движения, количество проходов катков или других уплотняющих машин зависит от применяемых материалов, технологии и укладывающих машин.

Степень уплотнения материала является одним из главнейших факторов, определяющих прочность, водонасыщаемость и другие физико-механические свойства слоев покрытия и дорожной одежды. Для материалов, укладываемых в горячем состоянии, особое значение имеют требования к температуре смеси в момент начала и окончания уплотнения. Поэтому необходим контроль за температурой материала в момент уплотнения, за соблюдением требований, за числом проходов катков и схемой их движения, а также за достигнутой плотностью уложенного слоя. Материалы, укладываемые тонкими слоями в жидком виде и холодном состоянии, не требуют уплотнения.

Заключительные работы. После выполнения основных операций по ремонту необходимо выполнить заключительные работы, состав и объём которых зависят от способа ремонта и применяемого материала.

Так, для слоев износа, устроенных с применением катионных эмульсий, движение можно открывать после распада эмульсии и испарения воды, которая происходит в короткий промежуток времени. Для слоев поверхностной обработки необходимо ограничение скорости и регулирование движения по ширине проезжей части на период формирования структуры уложенного слоя, который составляет 10-12 дней.

В состав заключительных работ входит снятие временных знаков и разметки, установка новых знаков и нанесение линий разметки, закрытие и ликвидация временных съездов и объездов.

При ремонте дорожных одежд и покрытий широко применяют машины и оборудование, используемые при строительстве дорог. Кроме того, применяют специальные машины и оборудование, предназначенные для ремонтных работ. К таким машинам относят асфальторазогреватели, машины и оборудование для фрезерования и для регенерации старых покрытий, машины для уширения дорожной одежды и устройства краевых полос и др. (см. гл. 19).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

17.2. Устройство слоев износа, защитных и шероховатых слоев

В процессе ремонта в зависимости от типа и состояния покрытия устраивают защитные слои, слои износа или шероховатые слои, а также слои усиления. Каждый из этих слоев имеет своё основное назначение. Однако во многом их функции совмещаются.

Защитные (гидроизоляционные) слои толщиной от 0,5-1,0 мм до 10-15 мм устраивают, когда дорожная одежда и покрытие имеют высокую прочность и ровность, но обладают пористостью и водопроницаемостью. Основное назначение защитного слоя состоит в защите покрытия от проникания в него поверхностной влаги, т.е. в гидроизоляции покрытия.

Слои износа или коврики износа толщиной от 10 до 35 мм устраивают, когда дорожная одежда и покрытие имеют достаточную прочность, но верхний слой покрытия (слой износа) износился и процесс износа нарастает, появились мелкие трещины, выкрашивания или мелкие колеи по полосам наката. Основное назначение слоя износа состоит в восстановлении старого слоя износа и обеспечении износостойкости покрытия на новый срок службы.

Шероховатые слои различной толщины устраивают для создания шероховатой поверхности на тех покрытиях, где параметры шероховатости не обеспечивают требуемые сцепные качества. Основное назначение шероховатых слоев состоит в повышении сцепных качеств покрытий.

Каждый из перечисленных слоев должен обладать не только свойствами основного назначения, но в той или иной мере свойствами других слоев. Поэтому обычно функции защитных слоев, слоев износа и шероховатых слоев совмещаются путём соответствующего подбора гранулометрического состава, требований к прочности, износостойкости, морозостойкости и другим свойствам каменных материалов, требований к виду вяжущего, его свойствам, нормам расхода, введением различных добавок, а также выбора технологии работ.

Чаще всего устраивают шероховатые коврики износа, которые одновременно выполняют и функции защитных слоев. При этом к толстым относят слои толщиной более 30-35 мм, к тонким - слои толщиной 20-30 мм, очень тонким - слои толщиной 15-20 мм и супертонким - слои толщиной менее 15 мм.

Существует много различных способов устройства указанных слоев, применяемых материалов и машин для их устройства.

Обязательным этапом почти во всех случаях является предварительный ямочный ремонт, заливка трещин, устранение крупных неровностей и др.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Устройство слоев износа, защитных и шероховатых слоев, независимо от технологии строительства, требует:

тщательной промывки щебня с целью удаления пылеватых частиц;

проверки в лаборатории качества вяжущего, воды (при приготовлении битумной эмульсии), щебня (марки по прочности и износу, количества пылеватых и лещадных частиц);

проверки в лаборатории адгезии вяжущего к поверхности щебня и, в случае необходимости, подбора ПАВ или замены вяжущего (битума) на вяжущее, приготовленное из другого сорта нефти;

тщательной дозировки материалов на всех этапах строительства (от приготовления до укладки);

постоянного контроля температуры на всех этапах строительства, начиная с приготовления исходных материалов;

тщательного контроля процесса уплотнения (типа катков, числа проходов по каждому следу, скорости движения).

Устройство шероховатого слоя из асфальтобетонных смесей. Для устройства шероховатых слоев применяют горячие асфальтобетонные смеси, отвечающие требованиям нормативных документов. Шероховатый слой устраивают на сухом, чистом и непромерзшем покрытии (или основании). За 3-5 ч до начала укладки смеси поверхность покрытия (или основания) обрабатывается битумной эмульсией, вязким разжиженным битумом или жидким битумом (СГ 70/130). Норма расхода материалов: разжиженного или жидкого битума по основанию 0,5-0,8 и по покрытию 0,2-0,3 л/м^2; 60 %-ной битумной эмульсии по основанию 0,6-0,9 и по покрытию 0,3-0,4 л/м^2. Обработка вяжущими материалами не делается, если шероховатый слой устраивают на свежеуложенном покрытии. Температура укладываемой асфальтобетонной смеси должна быть не ниже 120°С, если не используются ПАВ, и не ниже 100°С при использовании ПАВ. Укладку и уплотнение смеси ведут в соответствии с требованиями нормативных документов. Предпочтительнее использовать катки на пневмошинах (10-12 проходов по каждому следу). Окончательное доуплотнение ведут тяжёлым вальцовым катком.

Устройство шероховатых покрытий по способу втапливания щебня. Способ предусматривает распределение прочного щебня определённых размеров по поверхности свежеуложенного горячего асфальтобетона типов В и Д, состав которых должен соответствовать требованиям ГОСТ 9128-84. Толщина укладываемого слоя асфальтобетона должна быть не менее 3 см. Для втапливания используют щебень преимущественно изверженных горных пород с прочностью не ниже 1200-1000 кг/см^2 и по износу не ниже марок И-I или И-II в зависимости от

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

категории дороги. В покрытие втапливают щебень, обработанный битумом в асфальтосмесительной установке. Температура нагрева щебня и вяжущего при смешении зависит от марки последнего, температуры и влажности воздуха (табл. 17.1). При большей влажности и холодной погоде необходимо придерживаться верхних пределов температуры вяжущих. Массовая доля вяжущего для обработки щебня должна быть в пределах от 1-1,3 % от массы щебня. Большее количество назначают при использовании более вязких битумов и обработке щебня мелких размеров (5-10, 10-15 мм). Щебень и вяжущее тщательно дозируют. Щебень, обработанный вяжущим, при применении его горячим сразу после приготовления доставляют к месту строительства и укладывают на покрытие. Холодный щебень можно хранить до 4-8 месяцев на складе. Применение горячего щебня повышает качество шероховатого покрытия, но требует более высокой культуры труда.

Таблица 17.1

Марка вяжущего	Температура нагрева, °С	
	вяжущего	щебня
БНД 60/90,90/130	140-160	150-170
БНД 130/200, 200/300	110-130	120-160
СГ 130/200	90-120	110-130
СГ 70/130	80-100	100-120

При строительстве выполняются следующие технологические операции: укладка асфальтобетонной смеси и её уплотнение рабочими органами асфальтоукладчика и лёгкими катками; распределение щебня, обработанного вяжущим, слоем в одну щебёнку (горячий щебень распределяется сразу после окончания работы легких катков); прикатка щебня лёгкими катками на пневмоходу (два-три прохода); окончательное уплотнение покрытия и втапливание в него щебня. Норма расхода щебня для втапливания зависит от его размера: 5-10 мм - 6-8 кг/м^2, 10-15 мм - 7-10 кг/м^2, 15-20, 20-25 мм - 9-12 кг/м^2. При распределении горячего щебня температура покрытия должна быть не менее 90-110°С. Более точно температура смеси в покрытии перед распределением щебня определяется опытным путём (она зависит от температуры воздуха, температуры и размера втапливаемого щебня).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Устройство слоев из открытых битумоминеральных смесей. Открытые битумоминеральные (БМО) смеси имеют повышенное содержание щебня (55-85 %), обеспечивающее каркасную структуру слоя и поверхность с высокими параметрами шероховатости. В качестве одного из примеров в табл. 17.2 представлен состав БМО, подобранный для условий Красноярского края. Остаточная пористость смеси варьируется в пределах 3-7 %. В качестве заполнителя, как правило, используются дроблёные пески и отсевы продуктов дробления горных пород (не ниже марки 800), содержащие до 6 % каменной пыли, которая выполняет роль минерального порошка.

Таблица 17.2

Состав битумоминеральной смеси (данные С.Ф. Зябликова, З.П. Вешниковой)

Тип смеси	Содержание зёрен минерального материала, %, мельче данного размера, мм										Примерный расход битума, % по массе (сверх 100 %)
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	
БМО 65/75	95-100	70-100	47-100	25-35	16-29	11-23	8-18	5-13	4-9	2-6	4,5-5,5
БМО	95-100	65-100	41-100	15-25	10-21	7-16	5-13	3-9	2-6	1-4	4,0-5,0

Слой устраивают в сухую теплую погоду при температуре воздуха не ниже +5 С на тщательно очищенном от пыли и грязи сухом покрытии. На эксплуатируемых покрытиях должен быть выполнен текущий ремонт. На цементобетонное покрытие за 1-2 дня до укладки смеси устраивают подгрунтовку жидким битумом (класса СГ) по норме 0,2-0,3 л/м^2. Непосредственно перед укладкой смеси на покрытие разливают горячий вязкий битум марок БНД 90/130, 130/200 из расчета 0,5-0,6 л/м^2. На асфальтобетонном покрытии подгрунтовку устраивают жидким битумом марки СГ 70/130 по норме 0,2-0,3 л/м^2 или вязким битумом марки БНД 90/130 по норме 0,3-0,4 л/м^2. Смесь укладывают асфальтоукладчиком с выключенными трамбующим брусом и виброплитой слоем, толщина которого зависит от размера щебня. Температуру распределения принимают по ГОСТ 9128-84. Уложенная смесь немедленно уплотняется самоходными катками на пневмошинах или с обрезиненными вальцами. Порядок уплотнения:

а) при температуре воздуха 15°С и выше и скорости ветра не более 5 м/с: 10-14 проходов по одному следу лёгких катков при температуре смеси 120-140°С (меньшее число проходов относится к смеси пластичной, большее - к смесям

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

сыпучей консистенции); 6-10 проходов тяжёлых катков при температуре смеси 90-120°С (меньшее число проходов относится к пластичным смесям, большее - к смесям сыпучей консистенции). После прохода легких катков параметры макрошероховатости составляют 0,8-0,9 от требуемых. После уплотнения тяжелыми катками макрошероховатость поверхности, плотность, водостойкость слоя достигают требуемых значений. Минимальная температура уплотнения слоев из горячих смесей - 50°С;

б) при температуре воздуха 5-15°С и скорости ветра не более 10 м/с: 5-8 проходов лёгких катков при температуре смеси 130-150°С; 14-18 проходов тяжёлых катков при температуре смеси 100-130°С.

Поверхностная обработка покрытий. На асфальтобетонных и других чёрных покрытиях устраивают, как правило, одиночную поверхностную обработку, на цементобетонных - двойную. При выборе способа поверхностной обработки учитывают ее назначение, условия движения по дороге, климатические условия района строительства, характеристики имеющихся материалов, технологические возможности средств механизации. Для поверхностной обработки используют фракционированный щебень по ГОСТ 8267-93 из трудношлифуемых изверженных и метаморфических пород марки не ниже 1200 фракций 5-10,10-15, 15-20, 20-25 мм с преимущественно кубовидной формой зёрен. Содержание пластинчатых зёрен должно составлять не более 15 %. Содержание пылеватых, глинистых и илистых частиц не должно превышать 1 % по массе. В качестве вяжущего используют битум и битумные эмульсии.

Поверхностная обработка с применением вязкого битума. Для поверхностной обработки применяют вязкие дорожные битумы (ГОСТ 22245-90), щебень должен быть получен из пород высокой прочности и износостойкости. Допускается применять разнопрочный щебень с содержанием менее прочного компонента не более 50 %. Битум для поверхностной обработки применяют при температуре нагрева, обеспечивающей его нормальное прилипание к минеральному материалу. Для улучшения прилипания возможно использовать поверхностно-активные добавки или активаторы. Щебень должен быть обработан битумом по норме 1-1,5 % от массы щебня (битум марок БНД 60/90, 90/130, 130/200, МГ 70/130, 130/200 и др.). Возможно применение необработанного вяжущим щебня, но на дорогах с интенсивностью движения менее 1000 авт./сут. Не обрабатывают битумом щебень, используемый для второй россыпи при устройстве поверхностной обработки с двукратным распределением щебня.

Поверхностную обработку устраивают в летний период на сухом и достаточно прогретом покрытии при температуре воздуха не ниже 15°С. Процесс строительства включает следующая операции: устранение всех имеющихся повреждений и дефектов на покрытии; тщательная очистка покрытия от пыли, грязи, остатков материала после ремонта; розлив вяжущего; распределение щебня; уплотнение. Нормы расхода битума и щебня приведены в табл. 17.3. При

одиночной поверхностной обработке с двукратным распределением щебня вяжущее наносят в большем количестве (см. табл. 17.3). По нему сначала распределяют щебень с размером зёрен 15-25 мм с прикаткой его катками, а затем фракции 5-10 мм, который укатывают 4-5 проходами катка по каждому следу со скоростью 2-3 км/ч. Битум должен полностью покрывать поверхность покрытия, без пропусков. Щебень можно распределять самоходными, навесными и веерными распределителями. Его немедленно укатывают средними (два-три прохода по одному следу), а затем тяжёлыми катками (не менее двух проходов по одному следу). Следует применять катки на пневматических шинах или с обрезиненными вальцами.

Таблица 17.3

Нормы розлива вяжущего и распределения щебня

Способ обработки	Фракция щебня, мм	Расход битума, л/м^2	Расход щебня	
			кг/м^2	м^3/100 м^2
Одиночная	10-15 15-20 20-25	0,5-0,7 0,7-0,9 0,9-1,2	15-20 20-25 25-30	1,2-1,4 1,3-1,5 1,4-1,6
Одиночная с двукратной россыпью щебня	15-25 Первая россыпь 5-10 Вторая россыпь	1,4 -	16-18 6-8	1,2-1,4 0,6-0,8
Двойная	15-20 (20-25) Первая россыпь 5-10 (10-15)	1,1-1,3 Первый розлив 0,6-0,8	20-25 (25-30) 12-15	1,3-1,5 (1,4-1,6) 0,9-1,1

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

	Вторая россыпь	Второй розлив	(15-20)	(1,2-1,4)

Примечание. При применении необработанного щебня нормы розлива битума повышают на 20 %. Фракцию щебня для одиночной поверхностной обработки выбирают по расчёту и в зависимости от твёрдости покрытия.

Двойная поверхностная обработка предусматривает розлив битума в два приема с распределением после каждого розлива щебня и его укатки. Движение транспорта открывается после укатки щебня. Первые 10 дней ограничивается скорость движения до 40 км/ч с регулированием движения по ширине проезжей части. В первые три дня ежедневно проводится удаление неприжившегося щебня (капроновыми щётками).

Поверхностная обработка с использованием битумной эмульсии. Используются преимущественно катионные битумные эмульсии класса ЭБК-1, ЭБК-2. Менее эффективно применение анионных эмульсий. Эмульсии должны выдерживать испытания на сцепление плёнки вяжущего со щебнем по ГОСТ Р 52128-2003. При катионных эмульсиях щебень не обрабатывается вяжущим, при анионных лучше использовать чёрный щебень. При использовании катионных битумных эмульсий работы производят при температуре воздуха не ниже +5°С, при использовании анионной эмульсии - не ниже +15°С. Расход эмульсии и щебня должен соответствовать нормам, приведённым в табл. 17.4.

Таблица 17.4

Способ обработки	Размер щебня, мм	Расход щебня, $м^3/100\ м^2$	Расход эмульсии, $л/м^3$, при концентрации битума, %.	
			60	50
Одиночная	5-10	0,9-1,1	1,3-1,5	1,5-1,8
	10-15	1,1-1,2	1,5-1,7	1,8-2,0
	15-20	1,2-1,4	1,7-2,0	2,0-2,4

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Двойная	Первая россыпь		Первый розлив	
	15-20	1,1-1,3	1,5-1,8	1,8-2,2
	Вторая россыпь		Второй розлив	
	5-10	0,7-1,0	1,3-1,5	1,5-1,8

Для прочного сцепления битумной эмульсии с обрабатываемым покрытием следует обеспечить его чистоту. Очистку покрытия следует выполнять непосредственно перед началом поверхностной обработки. При сухой жаркой погоде покрытие увлажняют (0,5 л/м^2) непосредственно перед основным розливом эмульсии. Температура и концентрация эмульсии устанавливаются в зависимости от погодных условий: при температуре воздуха ниже 20°С применяют эмульсию с концентрацией битума 55-60 % и температурой 40-50°С; при температуре воздуха выше 20°С подогревать эмульсию не надо и концентрацию битума можно уменьшить до 50 %. Вязкость эмульсии должна быть в пределах 15-30 с.

Распределение эмульсии и щебня может производиться раздельно и синхронно. При раздельном распределении первоначально эмульсию разливают в количестве 30 % нормы и рассыпают 70 % нормы щебня. Сразу после этого разливают остальное количество эмульсии (70 %) и распределяют оставшийся щебень. Щебнераспределитель должен двигаться как можно ближе к автогудронатору и рассыпать щебень перед собой. Уплотнение (самоходные катки на пневмоходу или с обрезиненными вальцами совершают 4-5 проходов со скоростью до 5 км/ч) начинается с момента начала распада эмульсии и заканчивается в момент его окончания. При синхронном распределении эмульсия и щебень попадают на покрытие с интервалом времени не более 1 с. При таких условиях эмульсия успевает до начала распада заполнить поры покрытия и щебня и тем самым создать благоприятные условия для последующего уплотнения поверхностной обработки. Синхронное распределение осуществляется с помощью битумо-щебнераспределителей.

Поверхностная обработка с использованием литых эмульсионно-минеральных смесей. Эмульсионно-минеральные смеси литой консистенции (ЛЭМС) состоят из минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка), водного раствора поверхностно-активных веществ (ПАВ) и катионной битумной эмульсии. Минеральная часть ЛЭМС подбирается по принципу плотных и включает для щебёночных смесей щебень фракции 5-10 или 5-15 мм, дроблёный или смесь дроблёного и природного песков фракции 0-5 мм и минеральный

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

порошок. Массовая доля битума с эмульгатором в катионных эмульсиях класса ЭБК-2 и ЭБК-3 должна составлять 50-55 %. Расход битумной эмульсии в пересчёте на битум составляет 7-9 %. Количество ПАВ в водном растворе зависит от его вида (четвертичные соли аммония - 0,1-0,6 %, адгезионная битумная присадка БП-3 - 0,5-1,0 % к массе воды). Расход воды предварительного смачивания составляет ориентировочно 5-12 % массы минеральных материалов. Его уточняют в лаборатории и корректируют на месте приготовления ЛЭМС с учётом влажности минеральных материалов и их температуры. Время распада эмульсии в ЛЭМС должно составлять от 40 до 120 с. Распад эмульсии должен произойти немедленно после распределения смеси на поверхности покрытия. Приготовление и распределение ЛЭМС осуществляется специальной однопроходной машиной. Толщина укладываемого слоя: для песчаной ЛЭМС - 5-10 мм, для щебёночной - 10-15 мм. По предварительно очищенному и обработанному водой покрытию распределяют ЛЭМС при непрерывном движении машины. Уплотнение ЛЭМС не требуется. Движение транспорта можно открывать через 2-3 ч после окончания работ с ограничением скорости до 40 км/ч в течение 1-2 суток.

Поверхностная обработка с использованием битумных шламов. Битумные шламы являются разновидностью эмульсионно-минеральных смесей литой консистенции и состоят из минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка), битумной пасты и воды. Так как битумные пасты распадаются и твердеют по мере испарения из них воды, то применение битумных шламов возможно только в сухую погоду. В зависимости от зернового состава битумные шламы подразделяются на песчаные (п) и щебёночные (щ); крупно- (А - щебня размером до 25 мм более 40 %), средне- (Б - щебня размером до 25 мм от 20 до 40 %) и мелкозернистые (В - щебня размером до 15 мм менее 20 %); I и II марки. Тот или иной вид шлама рекомендуется использовать на дорогах разных категорий в зависимости от условий движения транспорта.

Время высыхания смесей должно быть не более 2 ч. Перед укладкой битумного шлама покрытие очищают от пыли и грязи, при значительном количестве трещин их прочищают. В зависимости от состояния покрытия его предварительную обработку проводят по-разному: плотные покрытия увлажняют (1-2 л/м^2); пористые покрытия и все виды покрытий при производстве работ в осеннее время подгрунтовывают битумной пастой или эмульсией (не менее 60 % воды из расчёта 0,2 л битума на 1 м^2); покрытия с недостатком органического вяжущего и на основе минеральных вяжущих обрабатывают путём распределения слоя пасты исходя из нормы расхода битума 0,4-0,8 л/м^2. Ориентировочный расход песчаных шламов составляет 5-15 кг/м^2, щебёночных - 10-30 кг/м^2. Меньшие значения относятся к смесям с меньшими размерами зёрен минерального материала. Уложенную полосу ограждают от наезда транспортных средств. При достижении влажности смеси 6-8 % по слою допускается движение транспортных средств или его уплотняют самоходными катками на пневмошинах массой 8-10 т (3 прохода по одному следу). Скорость движения транспорта ограничивают: в течение первых суток до 30 км/ч, затем - до 40 км/ч до тех пор, пока слой не сформируется настолько, чтобы зёрна

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

минерального материала не вырывались из слоя. Для полного уплотнения слоя требуется 20-30 суток.

Возможны иные способы устройства поверхностной обработки, например из песчано-резино-битумных смесей и смесей с применением комплексных вяжущих.

Устройство тонкослойных покрытий из литых эмульсионно-минеральных смесей по способу сларрисил. Устройство тонкослойных холодных покрытий с применением литых эмульсионно-минеральных смесей (ЛЭМС) позволяет восстановить утраченные свойства покрытия в процессе его эксплуатации. В качестве вяжущего в ЛЭМС применяют катионные эмульсии прямого типа классов ЭБК-2 и ЭБК-3 с содержанием битума 60-65 %. Минеральная часть ЛЭМС для устройства тонкослойных холодных покрытий подбирается по типу плотных и может состоять из смесей фракций 0-3 мм, 0-5 мм, 0-8 мм, 0-11 мм. Следует использовать щебёночные отсевы из трудношлифуемых горных пород марки не ниже 1000. Крупные фракции должны быть преимущественно кубовидной формы. Содержание фракции менее 0,0071 мм должно быть от 5 до 15 %. Для регулирования времени распада эмульсии применяют цемент марки не ниже 400. Содержание свободной извести в цементе не ограничивается, а его расход составляет до 2 % от массы каменных материалов. Скорость распада эмульсии регулируют с помощью аддитивных добавок, вид которых подбирается в лаборатории (например, 10 %-ный водный раствор сульфата аммония в количестве от 0,24 до 0,36 л/м^2). Их расход зависит от температуры воздуха и может меняться в течение смены. Для обеспечения лучшего сцепления вяжущего с каменными материалами и снижения расхода аддитивных добавок применяют гашеную известь с расходом до 1,5 % от массы каменных материалов. Техническая вода должна иметь жёсткость не менее 6 мг-экв/л. Производство работ по устройству тонкослойных покрытий из ЛЭМС разрешается при температуре воздуха не ниже 5°С. Процесс строительства включает операции: очистку и подготовку покрытия; устройство тонкослойного покрытия из ЛЭМС (включая загрузку укладывающих машин); уход и регулирование движения по свежеуложенному слою. Подготовка покрытия заключается в проведении подгрунтовки эмульсией с расходом 0,4-0,6 л/м^2 в зависимости от степени изношенности покрытия. Расчётный расход эмульсии принят 0,5 л/м^2. К устройству покрытия необходимо приступать непосредственно после полного распада эмульсии, нанесенной на покрытие при подгрунтовке. Минимальный срок ожидания после подгрунтовки - 30 минут. В процессе укладки ЛЭМС необходимо контролировать процесс распада эмульсии и консистенцию смеси путём изменения количества воды и раствора аддитивной добавки. Расход других компонентов не меняется. Необходимо следить и за точностью дозировки минеральных компонентов. Расход эмульсии устанавливается строго по расчёту. Количество воды зависит от погоды: в холодную погоду её меньше, в жаркую - больше. Расход воды при введении непосредственно в смесь составляет в среднем 12 % от массы каменных материалов. Непосредственно перед укладкой ЛЭМС производится увлажнение покрытия дороги. Увеличение температуры ЛЭМС ускоряет процесс распада эмульсии. Поэтому температура воздуха должна

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

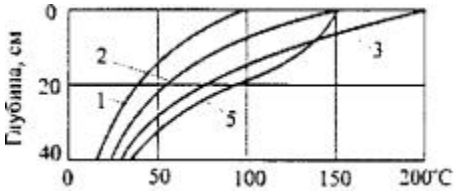
измеряться ежечасно (особенно в жаркие дни), чтобы уточнять величину аддитивной добавки. Слой покрытия сразу после укладки должен иметь тёмно-коричневый цвет. Через 30-60 минут покрытие становится черного цвета. Открытие движения по свежеуложенному покрытию из ЛЭМС разрешается не менее чем через 1 ч после укладки, когда автомобили не оставляют на нём следов. В холодную погоду этот срок увеличивается. В дождь движение автомобилей не разрешается. После открытия движения скорость автомобилей ограничивается до 40 км/ч на период от 2 до 8 часов. В случае дождя движение по участку дороги с ограниченной скоростью продлевается как минимум на 2 часа после окончания дождя.

17.3. Регенерация покрытий и нежёстких дорожных одежд

Методы горячей регенерации на месте, на дороге и методы горячего ресайклинга (Регенерация - восстановление утерянных свойств материала; ресайклинг или рециклинг - повторное использование материала.). Различают 4 основных метода этой группы: выравнивание и восстановление формы покрытия без добавления новой смеси; с добавлением новой смеси, но без перемешивания; с добавлением новой смеси и с перемешиванием; с добавлением новой смеси и её перемешиванием со старой и с одновременной укладкой нового слоя асфальтобетона. Первые два метода на автомобильных дорогах практически не применяются.

В любом способе горячей регенерации одной из основных операций является разогрев старого асфальтобетонного покрытия. Задача состоит в том, чтобы плавно разогреть обрабатываемый слой асфальтобетона до температуры его переработки и при этом не перегреть вяжущее, которое при высокой температуре ухудшает свои свойства за счёт испарения лёгких фракций и выгорает, если нагрев превышает температуру вспышки вяжущего, равную 180-220°С для вязких и 45-110°С для жидких битумов. Температура переработки асфальтобетона на вязких битумах колеблется от 100 до 150°С, редко до 180-200°С.

Нагрев асфальтобетонного покрытия осуществляется при помощи газовых горелок инфракрасного излучения, объединенных в блоки или панели разогревателя. Сразу после полного включения панелей горелок, которые расположены над поверхностью покрытия на высоте не менее 5 см, идёт быстрое нагревание верхнего слоя асфальтобетона, от которого тепло передаётся вниз (рис. 17.1).



Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Рис. 17.1. Температурный режим разогреваемого слоя:
цифры на кривых - время нагрева в минутах

Режим разогрева слоя регулируют изменением давления в газовой системе, изменением положения панелей над поверхностью покрытия или скорости движения разогревателя.

Исходя из ограничений по температуре вспышки битума максимальная продолжительность непрерывного нагрева поверхности асфальтобетона не должна превышать 2,5-3 мин при температуре воздуха 20°С. После этого необходимо понизить температуру нагревания или сделать перерыв в подаче тепла и затем продолжить нагрев до тех пор, пока температура всего слоя на глубину рыхления достигнет требуемых значений (рис. 17.2).

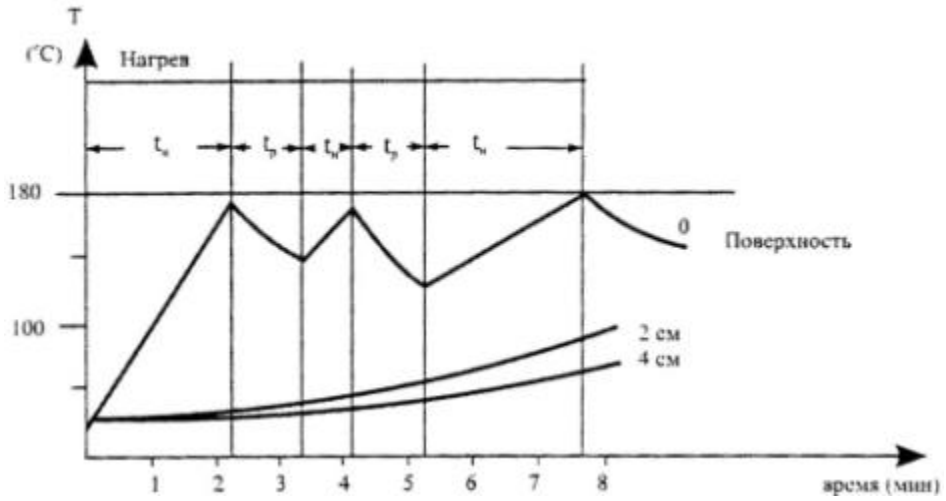


Рис. 17.2. Прерывистый (щадящий) режим разогрева асфальтобетонного покрытия при скорости движения разогревателя 2 м/мин;
T - температура нагрева, °С; $t_н$ - продолжительность работы горелок; $t_р$ - продолжительность перегрева в работе горелок; цифры на кривых означают глубину слоя прогрева, см

Теплообмен в слое протекает неравномерно. Вначале поверхность нагревается быстрее, чем нижние слои. К моменту рыхления верхние слои остывают, но нижние за счёт теплопроводности аккумулированного тепла продолжают набирать температуру. Это обеспечивает при перемешивании среднюю стабильную температуру 80-100°С.

Как правило, разогрев производится при медленном движении блока горелок в две или три ступени. Сначала разогрев производят самоходным асфальторазогревателем для предварительного разогрева до температуры поверхности 90-100°С, затем в одну или две ступени окончательного разогрева до требуемой температуры.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Длина каждой панели или блока горелок определяется в зависимости от скорости движения разогревателя и допустимой максимальной продолжительности непрерывного нагрева асфальтобетона. При скорости движения разогревателя 2 м/мин и продолжительности нагрева 2,5 мин длина панели горелок составляет 5 м. При большей скорости движения длина панели увеличивается.

Глубину рыхления, которую разогревают до рабочей температуры, принимают не менее толщины слоя регенерации, которая зависит от крупности зёрен щебня или песка в асфальтобетоне, но не менее:

- 20 мм для песчаных смесей;

- 25 мм для щебёночных смесей с зёрнами размером до 15 мм;

- 35 мм для щебёночных смесей с зёрнами размером до 20 мм.

Обычно глубину разогрева принимают от 30 до 60 мм в зависимости от толщины верхнего слоя асфальтобетона и максимальной глубины рыхления, которую может обеспечить термосмеситель.

Выравнивание и восстановление формы покрытия с добавлением новой смеси и её перемешивание со старой. Этот метод называется термопрофилированием, или Remix, а машины для его реализации называют Remixer. Из всех методов горячей регенерации метод термопрофилирования и машины ремиксеры разных фирм и модификаций получили наибольшее распространение.

Метод термопрофилирования применяют в том случае, когда существующее покрытие имеет много дефектов в виде трещин, колей, сетки трещин, а также когда необходимо усилить старое покрытие. Для этого к снятому и разрыхлённому материалу старого покрытия добавляют новый материал в количестве 25-50 кг/м^2 при ремонте без усиления и до 150 кг/м^2 при ремонте с усилением.

Для подбора состава добавляемой смеси с учётом свойств старого асфальтобетона из покрытия отбирают пробы (керны), изучают состав старой смеси, проектируют требуемый состав с учетом условий движения и эксплуатации дороги. Назначают вид и состав добавляемой смеси так, чтобы после ее перемешивания со старой смесью получить асфальтобетон с требуемыми свойствами. Старый и новый материал перемешивают в мешалке, получают однородную смесь, которую укладывают в виде одного слоя покрытия. Глубина фрезерования старого покрытия может достигать 50-60 мм.

Метод позволяет скорректировать зерновой состав старого асфальтобетона, устранить последствия старения битума, повысить шероховатость покрытия и обеспечить хорошую связь между регенерированным слоем и старым покрытием.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Технологический процесс метода термопрофилирования включает в себя следующие основные операции (рис. 17.3):

подготовительные работы, к которым относят ограждение места производства работ, подготовку машины и оборудования, разметку участка, загрузку новой смеси в приёмный бункер и др.;

предварительный и окончательный разогрев существующего покрытия;

рыхление или фрезерование старого покрытия и подачу снятого материала в смеситель;

подачу в мешалку нового материала и перемешивание его со старым;

распределение и предварительное уплотнение асфальтобетонной смеси;

окончательное уплотнение слоя покрытия.

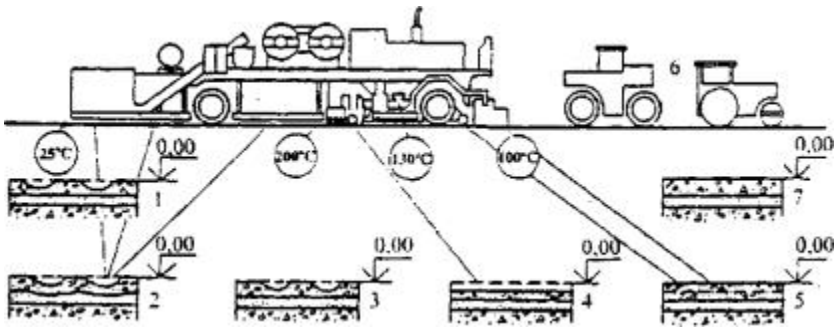


Рис. 17.3. Последовательность технологических операций, выполняемых при термопрофилировании:
1 - покрытие до ремонта; 2 - нагрев; 3 - рыхление; 4 - сбор разрыхлённой смеси, добавление новой, перемешивание; 5 - разравнивание, предварительное уплотнение; 6 - окончательное уплотнение; 7 - готовое покрытие

Оборудование для выполнения этих операций состоит из трёх панелей горелок инфракрасного излучения для предварительного разогрева, смонтированных на отдельном шасси (разогреватель типа ДЭ-234), и термосмесителя типа ДЭ-232, в состав которого входят несколько блоков (панелей) нагревательных газовых горелок, ёмкости для сжатого газа, приемный бункер для новой смеси, рыхлитель-фреза, шнековый питатель для подачи нового материала в смеситель, мешалка (смеситель) принудительного действия, шнековый разравниватель и планирующий отвал, вибробрус для предварительного уплотнения и др. Современные ремиксеры при необходимости могут выполнять все виды горячей регенерации на дороге.

Работы начинают после очистки покрытия от пыли и грязи. Разогрев покрытия производят ступенчато. Вначале в течение 6-7 мин производят предварительный

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

прогрев покрытия. Затем при рабочей скорости 1,2-1,3 м/мин прогревают покрытие в течение 10-20 мин в зависимости от температуры воздуха. После этого выходят на стационарный режим движения 2,5-3 м/мин, температуры нагрева 110-120°С. Минимальная продолжительность нагрева $T_м$ при высоте нагревателя над поверхностью покрытия 50 мм для слоя толщиной 40 мм зависит от температуры воздуха $t_в$:

$t_в$,°С	10	20	30	40
$T_м$, мин	8,8	8	6,9	5,9

После разогрева верхний слой покрытия фрезеруется и полученный гранулят подаётся в смеситель, куда вводится новая горячая смесь, которая перемешивается с гранулятом, укладывается и уплотняется.

Важно отметить, что укладка смеси ведется на горячее основание, что улучшает процесс слияния верхнего и нижнего слоев в единый монолит. В результате за один проход получается новое, более прочное покрытие, устраняются колеи, трещины и неровности (рис. 17.4). Тем не менее обычно на слой регенерированного асфальтобетона укладывают защитный слой или дополнительный тонкий слой нового асфальтобетона.

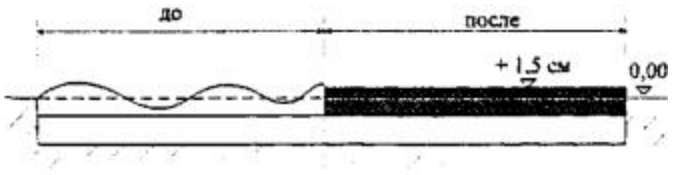


Рис. 17.4. Вид покрытия до и после ремонта

Разновидностью метода термосмешения является метод **термопластификации**. Он состоит в том, что в процессе фрезерования или перемешивания кроме новой смеси добавляют ещё и пластификатор в количестве 0,1-0,6 % от массы смеси, который улучшает свойства битума в старой асфальтобетонной смеси. При этом во многих случаях нет необходимости добавлять новый материал, поскольку хорошо восстанавливаются свойства старого материала. Термопластификацию осуществляют обычным ремиксером, оснастив его узлом для введения пластификатора. Толщина обновляемого слоя до 50 мм. В качестве пластификатора используют масла нефтяного происхождения с содержанием ароматических углеводородов не менее 25 % по массе. Можно также применять экстракты селективной очистки масляных фракций нефти, зелёное масло и др.

Дальнейшим развитием метода регенерации с добавлением новой смеси и её перемешиванием является так называемый метод **ремикс-плюс**, который состоит в том, что на слой регенерированного асфальтобетона сразу той же машиной

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

укладывается дополнительный слой усиления, или защитный слой из новой смеси. Для этого термосмеситель оборудуется дополнительным распределительным шнеком, расположенным за первым шнеком (рис. 17.5). Окончательное уплотнение первого и второго слоев производится одновременно, сначала лёгким вибрационным катком с выключенным вибратором или гладковальцевым катком массой 6-8 т, затем продолжают вибрационным катком с включенным вибратором и пневмоколёсным катком массой 16-20 т. Завершают уплотнение тяжёлым гладковальцевым катком.

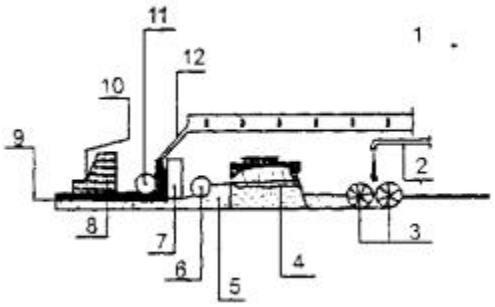


Рис. 17.5. Устройство для укладки дополнительного слоя покрытия при терморегенерации по методу «Ремикс плюс»:
1 - направление движения; 2 - разбрызгивание битума; 3 - разрыхляющие фрезы; 4 - смеситель; 5 - смесь; 6 - распределяющий шнек; 7- выравнивающий брус; 8 - смесеукладочный брус; 9 - новая смесь; 10 - смесь материала старого покрытия и битума; 11 - второй распределяющий шнек; 12 - подача новой смеси

Работы по термопрофилированию можно производить при температуре воздуха не ниже +20°С, а с применением дополнительного разогревателя - при температуре воздуха не ниже 5°С. Скорость ветра не должна быть более 7 м/с. При большей скорости ветра резко возрастают потери тепловой энергии, которая рассеивается в атмосфере. Кроме того, при сильном ветре происходит задувание горелок.

Новую технологию горячей регенерации асфальтобетонного покрытия на месте разработала фирма «Мартек» (Канада), которая выпускает для её реализации специальный комплект машин AR-2000. Комплект состоит из двух предварительных разогревателей, нагревателя-фрезеровщика, горячего смесителя, укладчика и катков (рис. 17.6).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

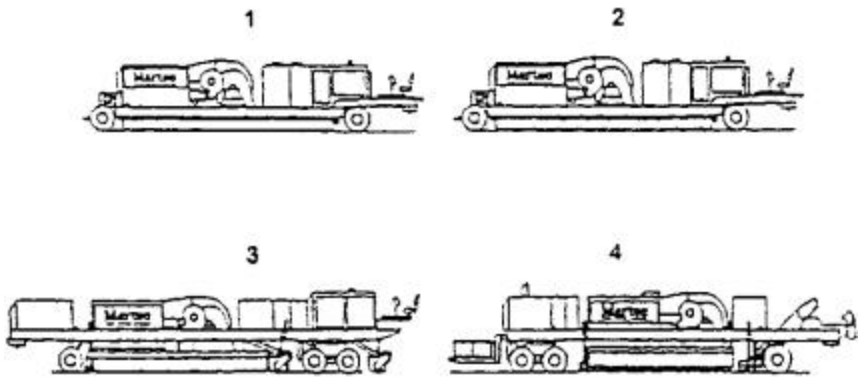


Рис. 17.6. Горячая регенерация комплектом машин AR-2000:
1, 2- стадия первая: предварительный и полный разогрев; 3 - стадия вторая: продолжение разогрева до глубины 50 мм и разрыхление; 4 - стадия третья и четвёртая: продолжение разогрева, подача материала в мешалку, добавление нового материала, перемешивание и укладка

Существенное отличие этой технологии в том, что разогрев асфальтобетонного покрытия производится не горелками инфракрасного излучения, а нагретым до 600°С воздухом, который обтекает поверхность покрытия, нагнетается в поры асфальтобетона под давлением, создаваемым компрессором и вакуумированием (откачиванием) воздуха.

Подогрев воздуха может производиться сжиганием газа или дизельного топлива. Разогревающее устройство в виде герметически замкнутого прямоугольника (коробки) плотно прижимается к поверхности покрытия. В пространство между покрытием и разогревателем с одной стороны накачивается горячий воздух, а с другой стороны он отсасывается вакуумным насосом. Откаченный горячий воздух снова поступает в компрессор и так постоянно циркулирует. Это способствует многократному снижению потерь тепловой энергии при разогреве асфальтобетонного покрытия по сравнению с разогревом горелками инфракрасного излучения, полностью исключает выгорание битума и пережог смеси, а также выделение выбросов газа, дыма и пыли в атмосферу. Ширина обрабатываемой полосы может изменяться в диапазоне 3,3-4,0 м, глубина разогрева до 50 мм, скорость движения комплекта от 5 до 7 м/мин. За одну смену комплект обрабатывает полосу длиной около 3 км. Общая длина комплекта в работе составляет 75 м. Эффективность работы этого комплекта особенно высока при больших объёмах.

Комбинированные способы горячей регенерации состоят в том, что асфальтобетон старого покрытия снимается горячей фрезой, отправляется на стационарный асфальтобетонный завод, где он перерабатывается горячим способом с добавлением к старому асфальтобетону битума и около 60 % новых

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

материалов. Полученная смесь в горячем состоянии укладывается в покрытие на той дороге, где была получена старая смесь, или на другой дороге.

Методы холодной регенерации включают в себя снятие и размельчение материала слоев асфальтобетонного или цементобетонного покрытия, их обработку органическим или минеральным вяжущим с добавлением или без добавления новых минеральных материалов, укладку и уплотнение. Методы рециклинга чаще применяют при реконструкции дорог и поэтому в данной работе рассмотрены только кратко. Одной из основных технологических операций холодной регенерации являются снятие и размельчение материалов слоев существующей дорожной одежды. Эти операции обычно производят с помощью холодных фрез.

Для большинства асфальтобетонных покрытий, за исключением случая, когда заполнитель имеет очень низкую прочность, зубья планировщика разрушают старое дорожное покрытие по линиям асфальтовяжущего вещества. При этом гранулометрический состав исходной смеси изменяется очень мало и снятые куски и щебёнки асфальтобетона обычно покрыты вяжущим, что позволяет использовать их для приготовления новой смеси с минимальным расходом битума или битумной эмульсии.

Холодным фрезерованием можно снимать старое покрытие послойно и тем самым отделять материал верхнего слоя из мелкозернистого асфальтобетона от материала нижнего слоя из крупнозернистого асфальтобетона с последующей укладкой в соответствующие слои дорожной одежды. Холодное фрезерование дорожного покрытия применяют для снятия старого покрытия с трещинами, чтобы предупредить их выход на новое покрытие при усилении дорожной одежды; для восстановления поперечного профиля дорожной одежды и устранения колей, выбоин и других деформаций; увеличения вертикального габарита путепровода над дорогой; уменьшения собственного веса дорожной одежды на мостах и путепроводах; сохранения высоты бордюров и отметок водосборных, водоотводящих и дренажных систем в населённых пунктах, на городских улицах и в других случаях.

Глубина фрезерования зависит главным образом от состояния покрытия. Чаще всего одним проходом фрезерной машины снимают верхний слой, а на нижний слой укладывают новое покрытие из одного или нескольких слоев.

Способы холодной регенерации, или ресайклинга, отличаются между собой материалом, используемым для укрепления гранулята: органическим, минеральным или комплексным. Полученный при холодном фрезеровании гранулят может быть повторно использован без переработки или с переработкой на месте в передвижной установке или на стационарном заводе с добавлением или без добавления минерального материла (щебня).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В режиме холодного ресайклинга широко используют обработку гранулята битумной эмульсией, жидким или вспененным битумом (рис. 17.7).

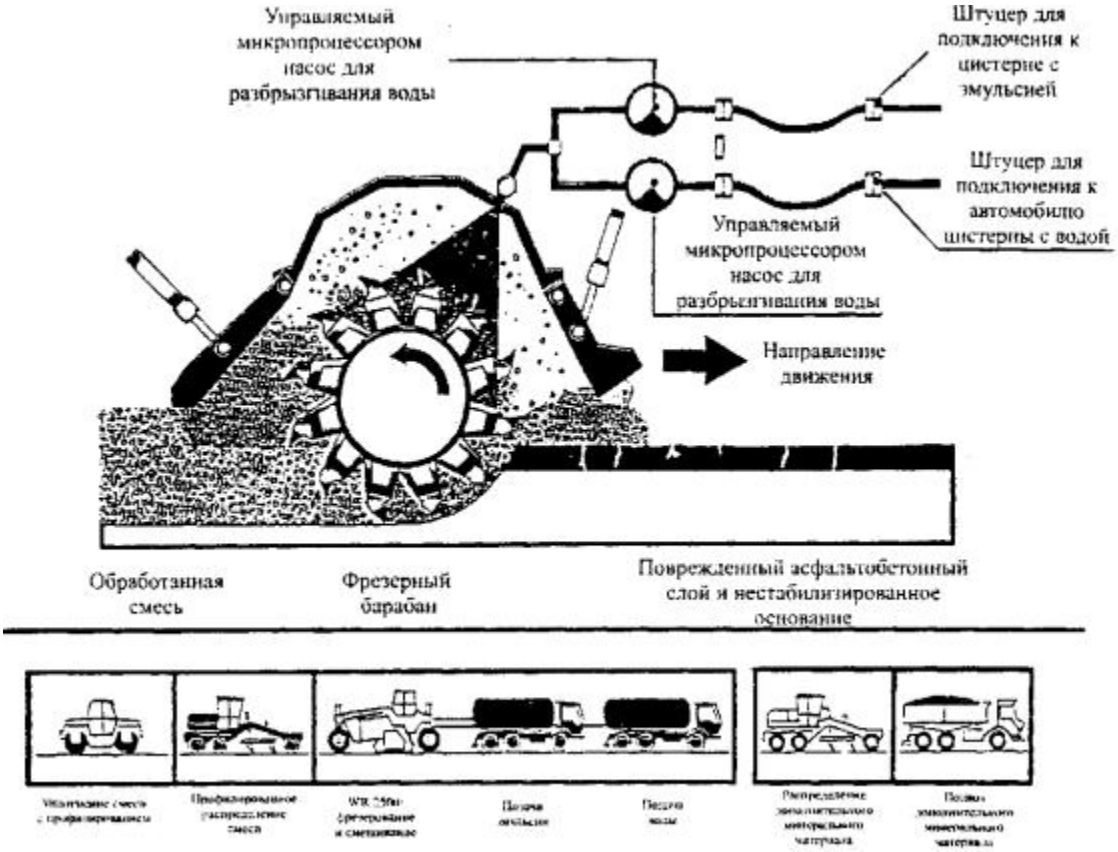


Рис. 17.7. Схема рабочих процессов и комплекс машин для холодного ресайклинга с применением битумной эмульсии

При необходимости улучшить гранулометрический состав смеси или усилить дорожную одежду к полученному грануляту добавляют необходимое количество щебня. В этом случае работа выполняется в такой последовательности:

на очищенное старое покрытие вывозится и автогрейдером распределяется слой щебня;

машиной для холодного фрезерования снимается старое покрытие и полученный гранулят перемешивается в самой машине со щебнем. В момент перемешивания смеси добавляется вода для смачивания щебёнок и битумная эмульсия в необходимом количестве;

смесь окончательно разравнивается автогрейдером и уплотняется.

На уложенный слой укладывается защитный слой или слой нового покрытия из асфальтобетона.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Холодный ресайклинг с применением в качестве вяжущего цемента обычно используется для устройства основания из гранулята, полученного при фрезеровании старого асфальтобетонного покрытия (рис. 17.8). При этом добавка цемента составляет 3-5 % от массы гранулята. Для достижения оптимальной влажности одновременно добавляется необходимое количество воды.

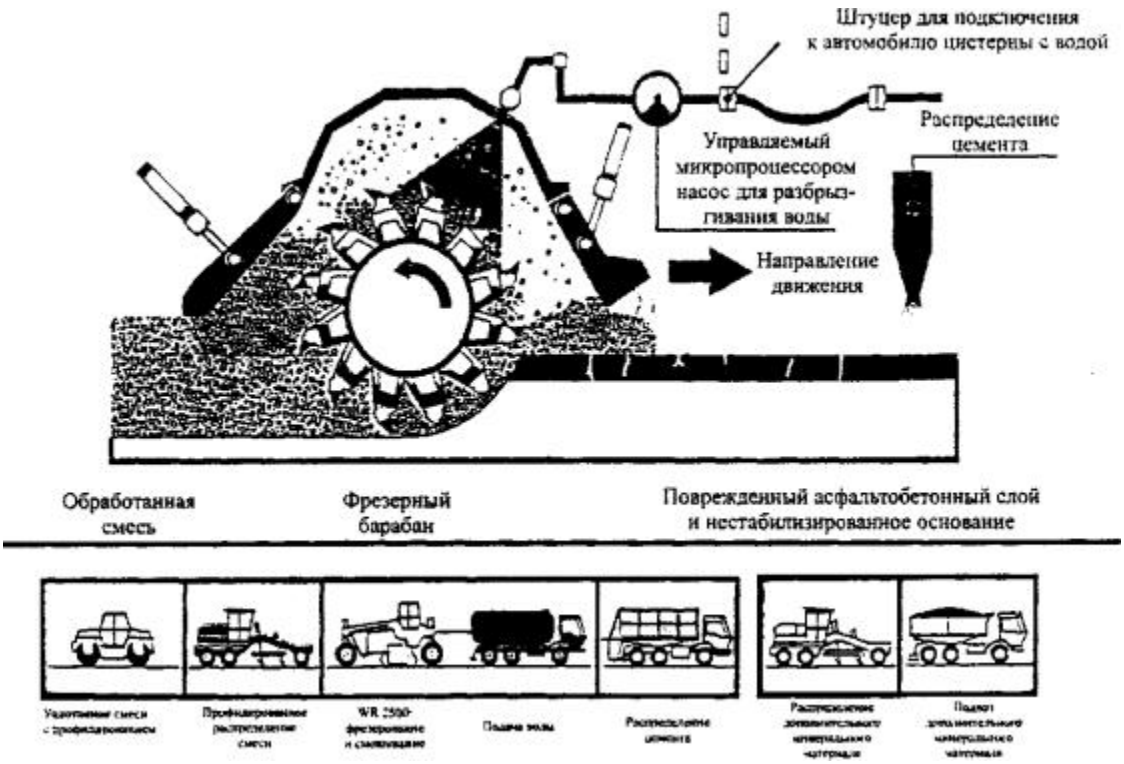


Рис. 17.8. Схема рабочих процессов и комплекс машин для холодного ресайклинга с применением цемента

Обработанная смесь разравнивается и уплотняется.

После набора прочности уложенной смеси устраивается новый слой асфальтобетонного покрытия или защитный слой.

Метод холодного ресайклинга асфальтобетонного покрытия может быть использован при применении комплексного вяжущего, состоящего из битумной эмульсии и цемента [5]. В результате получается асфальтогранулобетон (АГБ).

АГБ-смесь приготавливают в смесительной установке с принудительным перемешиванием в холодном состоянии асфальтобетонного гранулята с добавками: щебня фракций 5-25 мм (если необходимо), цемента, катионной битумной эмульсии и воды смачивания, если влажность гранулята ниже 1 %. Добавки в гранулят вводят в таком порядке: щебень, вода смачивания, эмульсия, цемент.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При приготовлении АГБ-смеси может быть использован гранулят, полученный как при послойном, так и однопроходном фрезеровании существующего покрытия на глубину 14-30 см. Однако кривая гранулометрического состава гранулята должна иметь плавное очертание и вписываться в границы составов для пористых и высокопористых смесей. Зёрен щебня фракций крупнее 5 мм должно быть не менее 35-40 %. В противном случае к грануляту добавляют щебень.

Ориентировочная доля отдельных компонентов по массе гранулята составляет:

битумной эмульсии - 2-4 %;

портландцемента - 2-5 %;

воды - 4-6 %.

Смесь укладывается на подготовленное основание при температуре воздуха не ниже 0 и уплотняется сначала виброплитой, а затем звеном катков. После испарения влаги (примерно через 2 ч после окончания уплотнения) можно открывать движение автотранспорта с ограничением скорости до 40 км/ч. Через 4-5 часов можно укладывать следующий слой асфальтобетона, который выполняет роль защитного слоя и слоя износа. Вся технология может быть реализована в двух вариантах:

а) ведущая машина - фрезеровальная машина. В этом случае перемешивание и укладка смеси производятся в передвижном смесителе;

б) ведущая машина - фрезеровально-смешивающая машина, которая выполняет все операции по фрезерованию, перемешиванию, укладке и предварительному уплотнению смеси.

Методы холодно-горячей регенерации (комбинированные методы) можно разделить на две группы:

а) с переработкой старого асфальтобетона на месте (на дороге) в передвижных смесительных установках;

б) с переработкой старого асфальтобетона на стационарных асфальтобетонных заводах.

Технология холодно-горячей регенерации с переработкой старого асфальтобетона на месте в передвижной смесительной установке может быть реализована с использованием специального комплекта машин. Основной машиной этого комплекта является передвижная асфальтосмесительная установка с сушильным барабаном.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В состав комплекта входят: щебнераспределитель, холодная фрезеровальная машина, передвижная асфальтосмесительная установка, асфальтоукладчик, комплект катков. Технология работ включает следующие операции:

на очищенное от пыли и грязи покрытие распределяется равномерный слой щебня на всю полосу обработки. Новый щебень обычно добавляют в количестве 50-70 % от объёма сфрезерованного гранулята;

холодной фрезой на глубину 30-50 мм снимается верхний слой покрытия, измельчается, одновременно перемешивается с новым щебнем и выкладывается в виде вала на полосе фрезерования;

погрузчиком-питателем смесь гранулята со щебнем подается в движущийся сушильный барабан асфальтосмесительной установки, где смесь высушивается и подогревается до рабочей температуры;

горячая смесь поступает в смесительное отделение асфальтосмесителя, куда вводится битум в количестве 5-7 % от массы нового щебня, и перемешивается;

из смесителя готовая смесь выгружается в приёмный бункер асфальтоукладчика, распределяется и предварительно уплотняется;

окончательное уплотнение производится комплектом катков.

В результате общая толщина асфальтобетонного покрытия увеличивается на 2-4 см. На этот слой укладывается защитный слой в виде поверхностной обработки или слой износа из новой асфальтобетонной смеси.

В городских условиях переработку снятого холодной фрезой гранулята, как правило, производят на стационарных асфальтобетонных заводах, где имеются лучшие условия для обеспечения высокого качества регенерированного асфальтобетона.

Особенности обеспечения качества при регенерации и повторном использовании материалов. Регенерация и ресайклинг являются перспективными методами ремонта дорожных покрытий. Однако эти технологии требуют дальнейшего развития и совершенствования, особенно в отношении качества материалов и слоев дорожной одежды, получаемых с применением указанных технологий.

Одна из главных проблем состоит в неоднородности материала старого покрытия, который после переработки и улучшения укладывается повторно. Неоднородность обусловлена тем, что старое покрытие могло быть уложено много лет назад различной толщиной слоев, из различных материалов, особенно битумов, которые со временем изменяют свои свойства. В процессе эксплуатации старое

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

покрытие неоднократно ремонтировалось с применением различных технологий и материалов. Поэтому к моменту регенерации и повторного использования состав материала снимаемых слоев может существенно изменяться на отдельных участках. Необходим тщательный контроль за составом, качеством и однородностью материала старого покрытия.

Другая проблема состоит в том, что в процессе фрезерования получают гранулы различной величины, некоторая часть щебня размельчается и обнажает не обработанную битумом поверхностью. Другие частицы минерального материала остаются покрытыми битумной плёнкой. При перемешивании с новым вяжущим и введением нового щебня толщина плёнки на старых и новых частицах минерального материала может быть неравномерной. Все это может привести к неоднородности получаемого материала и снизить его физико-механические свойства.

Учитывая эти особенности, переработанный материал старого покрытия обычно укладывают в нижние слои новой дорожной одежды или в слои, которые закрывают защитным слоем.

17.4. Содержание и ремонт цементобетонных покрытий

Рекомендуется следующая очерёдность проведения ремонтных работ:

устройство швов расширения (компенсационных швов);

разделка, очистка, восстановление геометрии деформационных швов и их герметизация;

консервация трещин;

замена разрушенных участков плит на всю толщину;

выравнивание поверхности покрытия;

устранение сколов кромок плит и выбоин;

устранение разрушения поверхности бетона;

устранение усадочных трещин;

укрепление поверхности бетона специальными гидрофобизирующими составами.

Восстановление герметизации деформационных швов включает в себя следующие операции: очистка шва от старой мастики, разделка шва нарезчиком

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

швов, очистка шва металлическими щётками, продувка сжатым воздухом, просушивание горячим воздухом при влажном бетоне, запрессовка уплотнительного шнура, обработка стенок шва огрунтовочным составом, герметизация.

Консервацию трещин шириной до 40 мм, когда кромки трещины не обрушены, осуществляют практически по той же технологии, что и герметизацию деформационных швов. До начала консервации трещины разделывают распиливанием пальчиковой фрезой на глубину 30 мм и тщательно очищают от каменной мелочи, пыли, грязи и других посторонних предметов, препятствующих хорошему сцеплению герметизирующих материалов с бетоном. Трещину продувают сжатым воздухом, а при влажном бетоне горячим воздухом, засыпают резиновую крошку или запрессовывают уплотнительный шнур, обрабатывают стенки трещины огрунтовочным составом и герметизируют. В случае когда кромки трещины значительно разрушены, выполняют ремонт с применением специальных материалов по типу ремонта сколов.

Для герметизации всех видов швов и трещин в жёстких покрытиях используют герметики холодного и горячего применения, а также целые и полые резиновые профили. При выборе типа герметика учитывают возможные максимальные отрицательные и положительные температуры воздуха региона, где расположено покрытие. Большую роль на эффективность работы герметика в швах и его срок службы оказывает деформативность герметизирующих материалов. Требования к относительному удлинению герметизирующих мастик представлены в табл. 17.5.

Таблица 17.5

Требуемое относительное удлинение герметизирующих мастик

Длина плит, м	Средняя ширина паза деформационных швов, мм	Требуемое относительное удлинение, %	
		Умеренные климатические условия (+20°С... -20°С)	Суровые климатические условия (+30°С...-50°С)
5	5	80	160
	10	40	80
	20	20	40

	30	13	27
10	5	160	320
	10	80	160
	20	40	80
	30	27	53
20	5	320	640
	10	160	320
	20	80	160
	30	53	107

Таблица 17.6

На дорогах России и стран СНГ для герметизации швов и трещин в различных дорожно-климатических зонах находят широкое применение мастики серии «Новомаст» (Россия) и «CRAFCO» (США) (табл. 17.6), серии «BIGUMA» (Германия) и др.

Основные показатели герметизирующих мастик

Марка герметика	Новомаст (Россия) (ТУ5775-001 -18893843-99)				CRAFCO(CUJA)	
	65	75	90	100	RS 34231	RS 34221

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Климатическая зона применения	I-II	I-II	III-IV	V	I-II	II-III
Температура размягчения по КиШ, °С, не ниже	65	75	90	100	-	-
Температура хрупкости по Фраасу, °С, не выше	-25	-45	-40	-35	-40	-30
Относительное удлинение при растяжении на разрыв, %, не менее:						
при 20°С	100	450	450	350	-	-
при -20°С	50	150	100	50	200	50

Таблица 17.7

При устранении сколов кромок плит выполняют оконтуривание дефектных мест с помощью нарезчика швов с алмазными дисками. Удаляют разрушенный бетон пневмоинструментом с малой энергией удара (специальным перфоратором, игольчатым пистолетом) и тщательно очищают место ремонта металлическими щётками.

В случае устранения сколов кромок швов и трещин в шов (трещину) устанавливают гибкую опалубку. Затем осуществляют грунтовку поверхности, заполнение повреждённого участка ремонтным материалом и уход за поверхностью, если ремонтный материал приготовлен на основе минерального вяжущего. После затвердевания ремонтного материала удаляют мягкую опалубку.

Средства механизации, рекомендуемые для устранения сколов кромок плит, герметизации деформационных швов и консервации трещин представлены в табл. 17.7.

Специальные средства механизации

Виды работ	Рекомендуемые механизмы	Назначение

Герметизация деформационных швов	1. Нарезчик швов серии CF (фирма CEDIMA)	1. Разделка швов
	2. Щеточная машина НШР-613Х (фирма РАСТОМ)	2. Очистка швов
	3. Компрессор от 6 атм.	3. Очистка швов
	4. Генератор горячего воздуха до 600 град.	4. Просушивание полости шва
	5. Котёл - заливщик серии LS с принудительным перемешиванием и подогревом термомасла	5. Разогрев герметизирующих мастик, заливка швов
	6. Шприц-распылитель	6. Нанесение грунтовочного состава на подготовленную поверхность швов

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Консервация трещин	1. Пальчиковая фреза (CFR-60)	1. Разделка трещин
	2. Щёточная машина (FB-16)	2. Очистка трещин
	3. Компрессор от 6 атм.	3. Очистка трещин
	4. Генератор горячего воздуха до 600 град	4. Просушивание трещин
	5. Шприц-распылитель	5. Нанесение грунтовочного состава на подготовленную поверхность трещин
	6. Котёл заливщик с принудительным перемешиванием и подогревом термомасла	6. Разогрев герметизирующих мастик, герметизация трещин

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Устранение сколов кромок плит	1. Нарезчик швов серии CF	1. Оконтуривание дефектных мест
	2. Перфоратор с энергией удара до 28 Кдж (ТЕ-54)	2. Удаление разрушенного бетона
	3. Игольчатый пистолет (АТ-2000)	3. Очистка поверхности бетона
	4. Компрессор от 6 атм.	4. Очистка поверхности бетона
	5. Установка горячего воздуха до 600 град.	5. Сушка поверхностей покрытий, подготовленных для ремонта
	6. Сверлильный станок с поворотным лафетом	6. Устройство скважин для металлических штырей
	7. Сверлильный станок для горизонтального бурения	7. Устройство скважин для металлических штырей
	8. Миксер	8. Приготовление растворов (бетонов)

При замене разрушенных участков плит производят выпиливание по контуру на полную толщину заменяемой плиты и разрезание ее на сегменты. Важным элементом этой технологии является подъем выпиленных участков плит, подлежащих замене. Для этого используют специальные цанговые захваты, которые устанавливают в скважинах, выбуренных в покрытии. Это позволяет удалять разрушенные участки плит без повреждения кромок соседних участков покрытия. Затем устраивают скользящую прослойку между слоем основания и вновь устраиваемого покрытия. Для обеспечения совместной работы ранее уложенных и новых плит покрытия устанавливают арматурные каркасы и штыри. Укладку бетонной смеси производят с использованием средств малой механизации, позволяющих обеспечить получение покрытия необходимой ровности и заданного уклона.

Для ремонта цементобетонных покрытий широкое распространение получили сухие бетонные смеси «Етасо», выпускаемые в России ЗАО «Ирмаст-Холдинг» по лицензии фирмы MACspa (Италия) (Козлов Г.Н. Сухие бетонные смеси «Эмако»

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

для ремонта железобетонных конструкций транспортных сооружений // Науч.-техн. информ. сб. / Информавтодор. - М., 2001. - Вып. 5 - С. 44-57).

Основу смесей серии «Етасо» составляет специальный цемент «Макфлоу», представляющий собой быстротвердеющий, пластифицированный расширяющийся продукт, получаемый на основе портландцементного клинкера и комплекса расширяющих и пластифицирующих добавок (табл. 17.8).

Таблица 17.8

Прочностные характеристики бетонов «Етасо»

Технические характеристики материалов	Етасо S66	Етасо S88	Етасо CFR дисперсноармированный	Етасо APS трёхкомпонентный
Прочность на сжатие, МПа, в возрасте:				
3 часов	-	-	-	45,0
24 часов	30,0	30,0	25,0	70,0
28 суток	72,0	72,0	60,0	80,0
Прочность на растяжение при изгибе, МПа, в возрасте:				
3 часов	-	-	-	20,0
24 часов	4.5	4,5	10,0	25,0
28 суток	8.5	8,5	15,0	30,0
Диапазон температур для укладки, °С	+5...+50	+5...+50	+5...+50	-25...+25

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Толщина укладки, мм	40-100	10-40	10-40	5-400

Основными преимуществами бетонных смесей «Етасо» и бетонов на их основе являются:

простота использования и высокая технологичность готовых смесей, не требующая их уплотнения после укладки;

высокая подвижность и продолжительное время сохранения подвижности (более 1,5 часа), реопластичность и отсутствие расслоения смесей после затворения водой;

компенсация усадки как в пластичном, так и в затвердевшем состоянии;

высокая начальная (не менее 30 МПа) и конечная (не менее 70 МПа) прочность бетона;

отличное сцепление со старым бетоном и сталью, высокое усталостное сопротивление;

морозостойкость бетона в растворе противогололёдных материалов более 300 циклов, при этом марка бетона по водонепроницаемости выше W12;

высокая ударопрочность и прочность на изгиб для бетонов с металлической фиброй;

модуль упругости, близкий к модулю упругости бетона.

На автомобильных дорогах с бетонным покрытием часто встречаются просадки отдельных плит, особенно если в деформационных швах не были предусмотрены стыковые соединения. Для проведения работ по подъему просевших плит в каждой плите просверливают от 6 до 8 отверстий диаметром от 35 до 50 мм, располагаемые равномерно по всей поверхности плиты. В отверстия вводят штуцеры и фиксируют в них. Под воздействием воздуха, подаваемого под давлением, бетонная плита отрывается от основания. Затем под плиту вводится путём впрыска специальный быстродействующий раствор, и пустоты заполняются под давлением. Осевшие плиты поднимают на требуемый уровень. Буровые отверстия в верхней части бетонной плиты очищают и заполняют специальным составом. Движение по отремонтированному участку возможно уже через 4 часа после завершения работы.

Другим способом устранения неровностей на покрытии является его фрезерование. Для этой цели применяют специальные мощные машины, рабочий орган которых - вал с набором алмазных дисков общей шириной 0,6-1,5 м.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Алмазные диски срезают неровности без разрушения микроструктуры остающегося бетона.

Данная технология служит не только для устранения неровностей покрытия, но и связана также с повышением степени безопасности движения в результате увеличения сцепления колёс с бетонным покрытием. Нарезка бороздок для увеличения сцепных качеств цементобетонных покрытий осуществляется канавками размером 6´6 мм с расстоянием между соседними бороздками в 50 мм.

Шелушение бетона - наиболее характерный вид разрушений жёстких покрытий. Анализ способов ремонта поверхностного слоя бетонных покрытий с использованием асфальтобетонных и обычных цементобетонных смесей, смесей на жидком стекле, а также мелкозернистого торкретбетона показал, что они недостаточно эффективны. Так, применение смесей на жидком стекле характеризуется сложностью технологии ремонта, высокой стоимостью и повышенным уровнем опасности выполнения работ.

Использование обычных бетонных смесей и мелкозернистого торкретбетона не обеспечивает необходимой долговечности ремонтного слоя, требует достаточно длительного закрытия движения на ремонтируемых участках.

Тонкий слой асфальтобетона наименее долговечен при ремонте поверхности жёстких покрытий. При этом резко ухудшается внешний вид цементобетонного покрытия. Использование мастик для устранения шелушения бетона создает иллюзию благополучного состояния покрытия. Концентрация влаги на контакте слоев мастики и бетона ускоряет процесс разрушения поверхности бетона при его замерзании.

При глубине шелушения до 10 мм возможно предварительное выравнивание поверхности покрытия путём его фрезерования, а затем укрепление бетона гидрофобизирующим составом с помощью пропитки [16]. При глубине шелушения более 10 мм одна из возможных технологий ремонта заключается в том, что повреждённая поверхность сначала очищается от разрушенного бетона, обрабатывается специальным грунтовочным составом и затем ремонтируется с помощью быстротвердеющего высокопрочного армированного бетона серии «Етасо».

Для ремонта мест неглубокого шелушения бетонных поверхностей наряду с материалами на основе минеральных вяжущих используют материалы на основе искусственных смол. Основным недостатком бетонов на основе искусственных смол является большая их усадка в процессе твердения, величина которой при неправильном подборе состава может достигать 8-12 %. Кроме того, величина температурных деформаций полимербетонов в 2-3,5 раза превышает температурные деформации цементобетона. Однако для выполнения работ в небольших объемах и в короткие сроки материалы на основе искусственных смол

являются более предпочтительными. Одними из апробированных на практике являются материалы на основе метакрилатных смол, выпускаемых под торговой маркой «Силикал» [52].

При работе в различных климатических условиях России и стран СНГ хорошо зарекомендовала себя модифицированная эпоксидная смола «Конкретин». Основным преимуществом эпоксидных смол «Конкретин» по сравнению с известными эпоксидными смолами ЭД-10, ЭД-16, ЭД-20, выпускаемыми отечественной промышленностью, является малая начальная вязкость, отсутствие растворителей в составе, низкий модуль упругости в затвердевшем состоянии и большое предельное относительное удлинение.

Для повышения сцепления эпоксидной смолы «Конкретин» с бетонным покрытием используют маловязкую не содержащую растворитель смолу «Конкретин IHS-BV».

При глубоких повреждениях для выравнивания поверхности бетона используют эпоксидную смолу «Конкретин GMH» в смеси с фракционированным кварцевым песком. Характеристика бетона на основе эпоксидной смолы «Конкретин GMH» приведена в табл. 17.9.

Таблица 17.9

Свойства бетона на основе эпоксидной смолы «Конкретин GMH»

Наименование показателей	Значение
Плотность при 23°С	2,05 г/см^3
Коэффициент температурного расширения	3´10^{-5} град.
Прочность при сжатии	50 МПа
Прочность на растяжение	20 МПа
Модуль упругости	3800 МПа

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Предельное относительное удлинение при разрыве	1,5 %

Для ремонта поверхностного слоя бетонных покрытий предложено использовать порошкообразные полимеры (Ушаков В.В., Вишневский А.В. Ремонт цементобетонных покрытий с использованием порошковых полимеров // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: задачи и решения. - М., - 2001. - С. 110-120. - (Сб. науч. тр. / МАДИ (ГТУ).

Порошкообразные полимеры способны расплавляться под действием высокой температуры и образовывать плёночные покрытия при последующем остывании. В этом состоит принципиальное отличие способов их нанесения от традиционной технологии устройства покрытий из полимерных материалов. Одним из широко распространённых аморфных порошкообразных полимеров является поливинилбутираль (ПВБ).

Введение в состав порошкообразных полимерных материалов наполнителя и его взаимодействие с расплавом полимера оказывает существенное влияние на процесс формирования и свойства покрытия. Физико-механические характеристики полимерного материала на основе ПВБ приведены в табл. 17.10.

Таблица 17.10

Показатели свойств	Значение
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	5,6-8,2
Модуль упругости, 10^3 МПа	10-13,5
Прочность сцепления при отрыве, МПа	1,5-1,9
Сопротивление касательному сдвигу, МПа	1,7-2,0
Коэффициент линейного температурного расширения, 10^{-6} °С	19-24
Истираемость после 1000 циклов, г/см^2	0,075

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Основной технологической операцией при устройстве покрытий на основе поливинилбутираля является нагрев. Соблюдение оптимальных температурно-временных условий нагрева полиминеральных композиций позволяет получить покрытие с наиболее высокими физико-механическими свойствами.

Технология ремонта состоит из следующих операций: очистка поверхности от разрушенного бетона, промывка и просушивание ремонтируемого участка; приготовление и распределение сухой смеси, состоящей из ПВБ и кварцевого песка; нагрев слоя полимерминеральной композиции установкой инфракрасного излучения в соответствии с рекомендуемыми параметрами; твердение ремонтного покрытия в естественных условиях.

В связи с быстрым формированием покрытия открывать движение транспортных средств по отремонтированному участку возможно через 2-3 ч.

На цементобетонных покрытиях в последние годы в качестве альтернативы поверхностной обработке устраивают тонкие защитные слои из холодных эмульсионно-минеральных смесей, а также тонкие асфальтобетонные слои с повышенным содержанием щебня.

Для устранения усадочных трещин используют специальные цементные суспензии [52]. Материалы «Microdur», «Интрацем», «Spinor» являются особо тонкодисперсным цементом, предназначенным для приготовления суспензий. После перемешивания в течение 1-3 мин с водой с помощью высокооборотного смесителя (3000-7000 об/мин) суспензия приобретает очень высокую пенетрационную способность.

Технология устранения усадочных трещин следующая. Тщательно очищают поверхность бетонной плиты и увлажняют. Приготавливают цементно-водную суспензию с водоцементным отношением 0,5-0,7 с добавлением суперпластификатора (19 % от массы цемента). Наносят и втирают суспензию на обрабатываемую поверхность до прекращения впитывания в бетон. Осуществляют уход за поверхностью бетона обычными средствами. Наибольший эффект достигается в тех случаях, когда трещина устраняется непосредственно после её появления.

С целью повышения стойкости бетона к поверхностному шелушению в мировой практике находит широкое применение обработка покрытий пропиточными укрепляющими состава [16]. Применение этих составов позволяет следующее:

придать бетону водоотталкивающие свойства, защищая при этом бетон от воды и препятствуя фильтрации влаги;

увеличивает морозоустойчивость бетона;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

препятствует проникновению в бетон солей, хлоридов, сульфатов, фосфатов, масел, растворителей и образует твёрдое пыленепроницаемое покрытие;

увеличивает твёрдость поверхности покрытия;

обеспечивает паропроницаемость бетона;

предотвращает процесс выщелачивания.

Нанесение состава производится на поверхность бетона, очищенную от всевозможных загрязнений и посторонних веществ, препятствующих проникновению раствора в бетон. Для очистки поверхности бетона могут быть использованы пескоструйные или водоструйные установки. Обработку поверхности бетона укрепляющими составами производят обычно в два-три слоя. Укрепляющие пропиточные составы должны обеспечивать водонепроницаемость бетону с одновременным сохранением его паропроницаемости, а также требуемый коэффициент сцепления на влажном покрытии. Свойства обработанной поверхности должны сохраняться не менее одного года.

17.5. Ремонт гравийных и щебёночных покрытий

При ремонте гравийных и щебёночных покрытий, не обработанных вяжущим, производят профилировку, устраняют выбоины, колеи и просадки. Ремонтную профилировку покрытия выполняют автогрейдерами при оптимальной влажности, соответствующей такому состоянию гравийного или щебёночного материала, при котором он хорошо срезается, перемешивается и уплотняется.

При устранении выбоин и просадок подлежащее ремонту место очищают от пыли и грязи, вскирковывают и вскиркованный материал удаляют; выбоину заполняют материалом, по составу близким к материалу верхнего слоя покрытия на 1-2 см выше уровня покрытия.

При больших объёмах работ при уплотнении используют самоходные катки на пневматических шинах массой 5-10 т, а при небольшом объёме - пневматические, электрические или ручные трамбовки массой 25-30 кг. Для лучшего уплотнения материал проливают водой из расчёта 1,5-2 л/м^2 на каждый сантиметр глубины выбоины. Вместо воды целесообразно применять 30 %-ный водный раствор хлористого кальция или 30-40 %-ный водный раствор технического лигносульфоната. Расход материалов на ремонт выбоин и просадок, состав звена и трудозатраты представлены в табл. 17.11 и 17.12.

Таблица 17.11

Расход материалов на ремонт

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Материал	Расход материалов, $м^3$ на 10 $м^2$ ремонтируемых мест, при глубине выбоин или просадок, см, до		
	3	6	10
Щебень	0,42	0,67	1,0
Гравий	0,41	0.66	0.99

Примечания: 1. В нормах принят коэффициент уплотнения гравия - 1,24, щебня - 1,26. 2. Прогрохоченный (старый) материал нормами не учтён.

Таблица 17.12

Состав звена и затраты труда

Покрытие	Состав звена	Трудовые затраты, чел.-ч на 1 $м^2$ при глубине ремонтируемых мест, см, до		
		3	6	10
Гравийное	Дорожные рабочие	0,15	0,17	0,25
Щебёночное	4-го разряда - 1	0,15	0,24	0,33
	2-го разряда - 1			
	1-го разряда - I			

Примечание. Нормами предусмотрена подноска материалов на расстояние до 10 м.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Колеи и небольшие гребни, образующиеся под воздействием движения, разравнивают с помощью тяжёлых катков, предварительно увлажнив покрытие. Такой способ применяют для ликвидации небольших неровностей на достаточно прочном покрытии. В других случаях колеи устраняют путём ямочного ремонта.

При ремонте щебёночных и гравийных покрытий, обработанных органическими вяжущими, устраняют выбоины, повреждения и неровности кромок, бугры и наплывы, небольшие проломы и просадки покрытия. Ямочный ремонт производят преимущественно холодными щебёночными (гравийными) смесями, обработанными органическими вяжущими, а также влажными органоминеральными смесями.

В отдельных случаях применяют холодные, теплые или горячие асфальтобетонные смеси или способ пропитки. В холодных смесях в качестве вяжущего используют жидкие (или разжиженные) битумы, дёгти, каменноугольные смолы, битумные эмульсии.

Влажную органоминеральную смесь (ВОМС) приготавливают путём смешивания жидкого или разжиженного органического вяжущего (гудрона, дегтя, каменноугольной смолы, жидкого или разжиженного битума, битумной пасты) с увлажнённым минеральным материалом (мелким, средне- и крупнозернистым песком, щебёночно-песчаной или гравийно-песчаной смесью), а также минеральным порошком и активатором (известь или цемент).

Для каждого конкретного случаи состав ВОМС подбирают в соответствии с техническими условиями. ВОМС готовят в смесительных установках, оборудованных лопастными мешалками принудительного перемешивания (бетоносмесители, базы по приготовлению битумных шламов, АБЗ, оснащённые ёмкостью и дозатором для воды). Если ВОМС приготовляют на АБЗ, используют одну из двух технологических схем. Исходные минеральные материалы (песок, щебень, песчано-гравийную смесь) влажностью не менее 4 % подают в смеситель по традиционной схеме, пропуская через сушильный барабан, где температура не должна превышать +80°С. Если влажность минеральных материалов ниже 4 %, их можно подавать в смеситель, минуя сушильный барабан. Для этого АБЗ оборудуют дополнительной технологической линией подачи материалов в смеситель.

Ремонт производят: холодным способом с применением холодных асфальтобетонных смесей, если температура воздуха не ниже +5°С. ВОМС можно применять при положительной температуре не выше +30°С и при отрицательной не ниже -10°С. Холодный способ целесообразен при глубине выбоин до 3 см, а горячий - при выбоинах глубже 3 см.

При любом из указанных способов (кроме способа с ВОМС) подготавливают ремонтируемое место, включая обрубку (раскирковку) краёв, очистку от пыли и грязи, обработку очищенной поверхности органическим растворителем (соляровым

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

маслом, керосином) по норме 0,1-0,15 л/м^2 с помощью краскопультов или распылителей и нанесение на неё жидкого битума марок МГ 25/40, МГ 40/70, СГ 25/40, СГ 40/70, остаточного битума (гудрона) вязкостью 25-70 с или дёгтя Д-2, Д-3 в количестве 0,3-0,5 л/м^2, нагретых до 60°С. При использовании ВОМС края и дно выбоины лишь слегка увлажняют.

Непосредственно после подгрунтовки выбоину заполняют ремонтным материалом, толщину слоя которого определяют с учётом уменьшения объема при уплотнении. Толщину слоя из ВОМС принимают равной 4-5 см в уплотнённом состоянии.

При горячем способе ремонта асфальтобетонную смесь укладывают в один слой, когда глубина выбоин не превышает 5 см, и в два слоя, если глубина более 5 см, и тщательно послойно уплотняют. Если применяют способ пропитки, в подготовленную выбоину укладывают щебень размером не более 0,8 глубины выбоины, но не мельче 15 мм, и уплотняют. Затем разливают вязкий битум или деготь из расчёта 0,8-1,0 л/м^2 на каждый сантиметр глубины выбоины. Температура вяжущего при розливе должна быть: битума марок БНД 200/300, БНД 130/200 - 120...160°С; дёгтя Д-4, Д-5 - 110...120°С. После розлива вяжущего распределяют щебень фракции 5-15 мм и уплотняют. Небольшие площади ремонтируемого места уплотняют трамбовками.

Участки покрытия, поврежденного многочисленными выбоинами, ремонтируют картами.

17.6. Усиление и уширение дорожных одежд

Усиление дорожной одежды можно осуществить без уширения и с уширением проезжей части. Уширение чаще всего совмещают с усилением дорожной одежды. Возможны три основных способа повышения её прочности: строительство нового покрытия на старой дорожной одежде; замена верхнего слоя или всех слоев покрытия с сохранением или с усилением основания; полная замена всей дорожной одежды с учётом перспективы роста интенсивности движения.

Первый способ по сравнению с другими требует меньших первоначальных затрат, но применим он, когда недостаточная прочность дорожной одежды связана с частичной потерей прочности материалов или слоев покрытия. Перед укладкой слоев устраняют повреждения на старом покрытии (выбоины, трещины) и при необходимости укладывают выравнивающий слой.

На старых гравийных и щебеночных покрытиях (необработанных или обработанных органическим вяжущим) слой целесообразно устраивать из влажных органоминеральных смесей. На старых дорожных одеждах облегчённого типа можно использовать чёрный щебень прочных пород в горячем или тёплом состоянии, с пропиткой битумным шламом на основе битумных паст. Толщину

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

слоя и глубину пропитки назначают в зависимости от требуемой прочности дорожной одежды, при этом минимальная толщина 5 см, максимальная - 10 см.

Для способа пропитки используют мало- или среднепористый битумный шлам типа В (согласно техническим указаниям) с массовой долей зёрен крупнее 2 мм в минеральном материале не более 10 %. С целью придать битумному шламу требуемую текучесть в него добавляют пластификатор (абиетат натрия, СДБ и др.) - 0,03-0,06 % по массе.

Чёрный щебень укладывают щебне- или асфальтоукладчиком на предварительно очищенное старое покрытие. Уплотняют слой катками на пневматических шинах (6-8 т) за два-три прохода по каждому следу. Сразу после остывания чёрного щебня разливают битумный шлам (его расход 20-40 кг/м^2). Для распределения шлама используют навесные распределители к пасторастворовозу ПС-402.

Для усиления асфальтобетонных покрытий необходимо максимально использовать старый асфальтобетон. С этой целью применяют технологию регенерации способами термопрофилирования или удаления. Способ удаления заключается в том, что покрытие разрыхляют на глубину, превышающую толщину верхнего слоя не менее чем на 3 см, а разрыхлённый асфальтобетон регенерируют на месте или используют повторно на другом объекте.

Если усиливают дорожную одежду традиционным способом, поверх старого покрытия укладывают один или несколько слоев асфальтобетона. Старое покрытие очищают с помощью механических щёток и смачивают органическим растворителем (соляровым маслом, керосином) в количестве 0,1 - 0,15 л/м^2 с помощью краскопульта или распылителя; затем поверхность подгрунтовывают жидким битумом по норме 0,3-0,5 л/м^2.

При наличии неровностей на старое покрытие прежде необходимо уложить выравнивающий слой. Если глубина неровностей более 5 см, применяют крупнозернистую пористую смесь или щебень, обработанный битумом. При меньшей толщине укладывают мелкозернистую смесь асфальтоукладчиками с последующим уплотнением катками.

Серьезная проблема при строительстве новых слоев асфальтобетона на существующем покрытии - возникновение на новом покрытии так называемых отражённых трещин. Сравнительно тонкие слои асфальтобетона (до 5 см и даже более) уже через год-два воспроизводят трещины и неровности старого покрытия, на котором они уложены. По исследованиям проф. Н.Н. Иванова слой асфальтобетона может сопротивляться образованию трещин от деформаций нижележащего слоя, когда толщина более 12-15 см.

Для борьбы с отражёнными трещинами устраивают промежуточные слои или трещинопрерывающие прослойки (мембраны). Во многих странах этот слой

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

называют SAMI (Stress Absorbent Membrane Interlager) - промежуточный слой, поглощающий напряжения.

По своему функциональному назначению промежуточные слои делятся на армирующие, которые повышают сопротивление асфальтобетона разрыву в зоне растяжения, и снижающие, перераспределяющие и поглощающие эти напряжения. Промежуточные слои могут устраиваться из резинобитумных смесей, битумоминеральных смесей с разными добавками, битумоминеральных смесей, усиленных сетками из искусственных материалов или из металла, или усиленных волокнами целлюлозы, пропитанной битумом и других материалов. Толщина этих слоев колеблется от 5 до 50 мм и более.

Так, например, под слой усиления из асфальтобетона толщиной 10 см и более рекомендуется устраивать промежуточный слой из щебня фракции 8-11, обработанного вяжущим, модифицированным с помощью высокопрочных полимеров, с расходом вяжущего 3-3,5 кг/м^2 и щебня 8-15 кг/м^2, а под слоем усиления 4 см и меньше рекомендуется уложить полипропиленовую сетку весом 140 кг/м^2 с распределением модифицированного битума с расходом 1,3-1,6 кг/м^2 [8].

Широкое распространение находят различные способы усиления промежуточного слоя путём укладки металлической сетки или сетки из полипропилена в виде решётки из высокопрочных полимеров, применение которого позволяет более равномерно распределять нагрузку на нижележащие слои, воспринимать растягивающие напряжения и локализовать развитие трещин (рис. 17.9). Применение этого материала позволяет экономить до 25 % смеси при усилении асфальтобетонных покрытий. Аналогичные сетки выпускаются во многих странах.

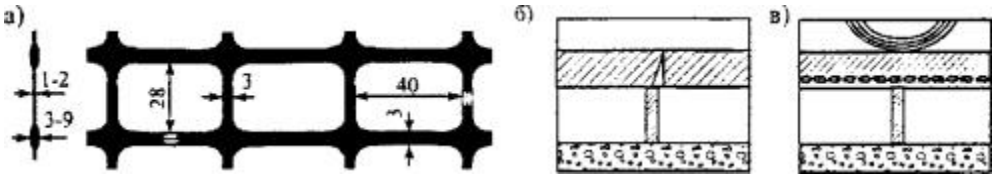


Рис. 17.9. Локализация трещин в дорожной одежде при укладке решётки из синтетического материала:
а - общий вид материала Tensar; б - дорожная одежда без прокладки; в - то же, с прокладкой

Имеется опыт устройства промежуточного слоя толщиной 1,5-2 см из песчаного асфальтобетона с добавкой резиновой крошки и большим количеством битума. Этот слой снижает и перераспределяет напряжения в местах появления трещин, поглощает внутренние пластические деформации, а также обеспечивает водонепроницаемость. Для приготовления такого материала используют пески

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

непрерывного зернового состава от 0-3 до 0-6 мм. В основном применяют дробленые пески с небольшим количеством окатанного песка. В качестве вяжущего используют модифицированный полимерами битум в количестве 9-12,5 %. За счёт добавления волокон резины увеличивается трещиностойкость этого материала.

Второй способ усиления дорожной одежды состоит в замене верхнего слоя или всех слоев покрытия с сохранением существующего основания дорожной одежды. Его применяют, если на старом покрытии много повреждений в виде сетки трещин и выбоин, связанных с существенной потерей прочности материала покрытия или его слоев. Кроме того, этот способ целесообразен в тех местах, где нельзя увеличивать толщину покрытия (например, на мостах во избежание снижения их грузоподъемности, в тоннелях или на участках под путепроводами, во избежание уменьшения габаритов по высоте). Асфальтобетонные слои снимают с помощью фрез.

Третий способ предусматривает полную замену всей дорожной одежды. Это может потребоваться при потере прочности материалов или слоев основания, необходимости строительства новых дополнительных слоев основания (дренирующего, теплоизолирующего), а также при исправлении земляного полотна. В каждом случае рекомендуется максимально использовать материал старой дорожной одежды.

Цементобетонное покрытие чаще всего усиливают путём укладки одного или нескольких слоев асфальтобетона. Однако чтобы избежать образования трещин, усиление должно состоять из нескольких слоев с общей толщиной 9-18 см. Перед укладкой асфальтобетонной смеси швы в цементобетонном покрытии расчищают, заливают битумом и цементным раствором, посыпают песком и для исключения сцепления слоев швы закрывают полиэтиленовой плёнкой, бумагой, пропитанной битумом или посыпают тонким слоем песка (0,8-1 см) на ширину 0,5-0,8 м с каждой стороны шва. Другим вариантом усиления цементобетонных покрытий, обеспечивающим снижение образования трещин, является укладка 4-8-сантиметрового слоя асфальтобетона поверх предварительно проложенной полипропиленовой плёнки или нетканых материалов.

За рубежом усиливают прочность и устраняют поверхностные дефекты, укладывая армированный или неармированный бетон (или фибробетон) различной толщины. Слой толщиной 7-8 см армируют металлической сеткой с ячейками размером 10´30 см. Армированные бетонные покрытия обладают преимуществом - они могут быть небольшой толщины.

Уширение дорожной одежды. Возможны два варианта: одностороннее (несимметричное) и двустороннее. При одностороннем уширении дорожной одежды, как правило, устраивают выравнивающий слой и новое покрытие на всю ширину проезжей части (рис. 17.10, а).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

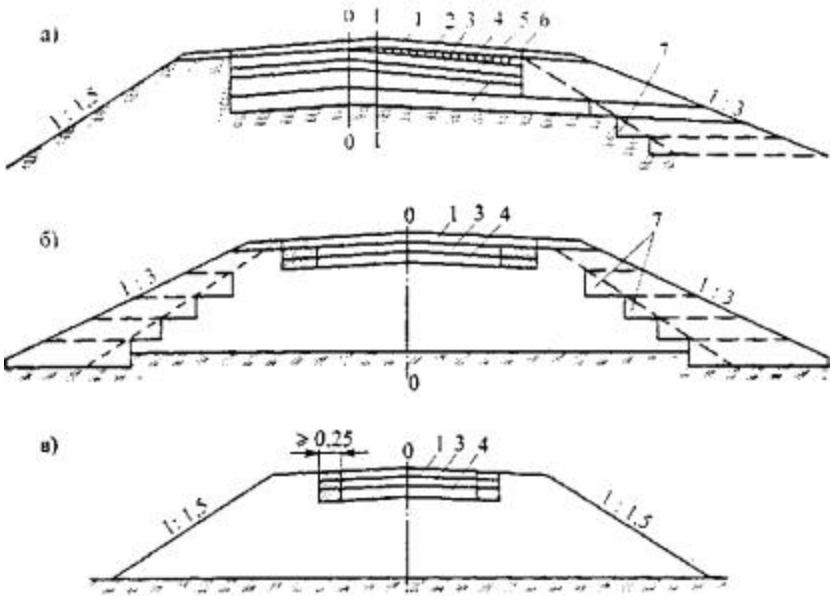


Рис. 17.10. Схемы уширения дорожной одежды:
0-0- старая ось дорожной одежды; 1-1 - новая ось; 1 - верхний спой нового покрытия; 2 - выравнивающий слой; 3 - верхний слой старого покрытия и продолжения его на уширении; 4 - нижний слой старого покрытия; 3 - основание; 6 - дополнительный слой основания; 7 - уступы

Двустороннее уширение может быть выполнено двумя способами: устройством полос уширения дорожной одежды на уширенном с двух сторон земляном полотне (рис. 17.10, б), уширение проезжей части на ширину, в 2 раза меньшую ширины обочины, или на ширину краевых укреплённых полос (т.е. с каждой стороны на 0,25-0,75 м) без уширения земляного полотна (рис. 17.10, в).

В первом случае на обочине вдоль кромки покрытия подготавливают корыто до низа дополнительного слоя основания (дренирующего или морозозащитного). Дну корыта придают поперечный уклон 30-170 ‰ в сторону обочины, чтобы обеспечить водоотвод из основания. При устройстве полос малой ширины (0,25-0,75 м) применяют траншеекопатели и приспособления к машинам, в том числе навесные и прицепные плуги, накладки на отвал автогрейдера или бульдозера, а также механизмы для уширения проезжей части.

Технологический процесс устройства дорожной одежды на полосах уширения включает обрезку кромки покрытия с помощью дисковых пил, навешиваемых на трактор, послойную отсыпку основания с тщательным уплотнением каждого слоя, строительство покрытия. На полосах уширения при необходимости устраивают поверхностную обработку, захватывая на 0,2-0,3 м прикромочную полосу старого покрытия. Поверхностную обработку целесообразно устраивать сразу на всю ширину, перекрывая старое покрытие и полосы уширения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Во втором случае после уширения и уплотнения земляного полотна до нижней поверхности дополнительного слоя основания (дренирующего или морозозащитного) отсыпают материал для уширения основания, затем укладывают и уплотняют его и вровень с ним отсыпают и уплотняют грунт в пределах образуемой новой обочины. После этого укладывают выравнивающий слой (при необходимости), а поверх него новый верхний слой покрытия на всю ширину проезжей части. Затем укрепляют обочины и окончательно отделывают земляное полотно. Для обеспечения лучшего сопряжения нового и старого покрытий применяют различные способы армирования асфальтобетона на участках уширения дорожных одежд (рис. 17.11-17.14) (Аливер Ю.А. Применение геосинтетических материалов для повышения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий на реконструируемых участках автомобильных дорог // (Применение геосинтетических и геопластиковых материалов при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог. - М., - 2001. - 162 с. - (Тр. / Союздорнии; Вып. 201).

На рис. 17.11 показано однослойное армирование продольного шва при расширении существующей дороги. В этом случае армирующий рулонный геосинтетический материал устанавливают под верхний слой асфальтобетона или непосредственно на подготовленную поверхность цементобетонного основания. В конструкции дорожной одежды такой материал воспринимает растягивающие усилия, возникающие от температурных и транспортных нагрузок, и сдерживает развитие трещин в зоне стыка. При этом длина анкеровки должна быть не менее 0,5 м, а для жёстких материалов (стеклосетки, полиамидные сетки) - больше.

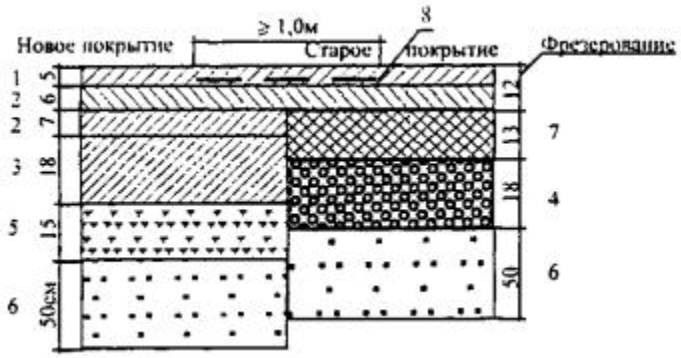


Рис. 17.11. Однослойное армирование продольного шва:
1 - мелкозернистый асфальтобетон; 2 - то же, крупнозернистый; 3 - тощий бетон; 4 - булыжная мостовая; 5 - щебень; 6 - песок; 7 - асфальтобетон; 8 - рулонный геосинтетик

Армирование зоны стыка новой и старой дорожных одежд может быть осуществлено двумя слоями из высокопрочных рулонных геосинтетиков. Такой способ армирования является более эффективным и надёжным, поскольку армоэлементы воспринимают гораздо большие растягивающие усилия. Кроме того,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

компенсируются возможные дефекты при нарушении технологии укладки геосинтетиков. В этом случае верхнюю армирующую прослойку можно сделать из менее прочного материала.

Вариант армирования зоны стыка новой и старой дорожных одежд, в котором армирующий геосинтетический материал предотвращает выход отражённой трещины на поверхность, а нижняя прослойка из нетканого геотекстиля пропитана битумом, существенно снижает коэффициент сцепления нижнего и верхнего слоев. За счёт этого горизонтальные подвижки (смещения) нижних слоев не передаются к верхним слоям дорожной одежды. В результате снижаются действующие напряжения в верхних слоях. Кроме того, геотекстильная прослойка, пропитанная битумом, предотвращает попадание воды и воздуха с поверхности в нижние слои дорожной одежды. Вместо нетканого геотекстиля можно применять высокопрочные композиции, например TRC-grid (фирма Colbond, Германия), PGM (фирма Polyfelt, Австрия), сочетающие нетканку и армирующую геосетку. Это позволит армировать верхний слой и снизить сцепление между асфальтобетоном и цементобетонным основанием.

Одной из причин появления трещин в местах стыка старого и нового покрытий является разность осадок основания. Основание старого покрытия находится в стабильном состоянии (уже прошёл процесс консолидации), новое основание может иметь деформации. Под нагрузкой от транспортных средств в новом основании могут возникать необратимые деформации. Разность осадок нового и старого оснований повлечёт за собой вертикальные перемещения новой дорожной одежды, что, в свою очередь, вызовет появление трещин в асфальтобетонных слоях в зоне сопряжения. Для увеличения прочности нового основания и уменьшения осадок можно армировать его объёмными пластиковыми георешетками и высокопрочными рулонными геосинтетиками (9 и 10, рис. 17.12).

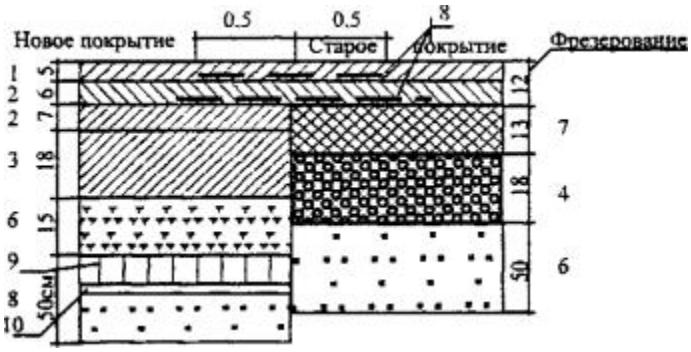


Рис. 17.12. Армирование асфальтобетона и песчаного слоя основания (обозначения см. рис. 17.11):
9 - объемная пластиковая решётка; 10 - рулонный геосинтетический материал

Армирование сопряжения старой и новой дорожных одежд может быть выполнено в одной вертикальной плоскости, представляющей собой зону

максимальной концентрации напряжений. Эти напряжения можно существенно уменьшить, если расширить зону стыка.

На рис. 17.13 показан вариант сопряжения, в котором фрезерование старого покрытия выполнено уступом, а армирование новых слоев асфальтобетона - двухслойным с соответствующим смещением верхнего армоэлемента относительно нижней прослойки.

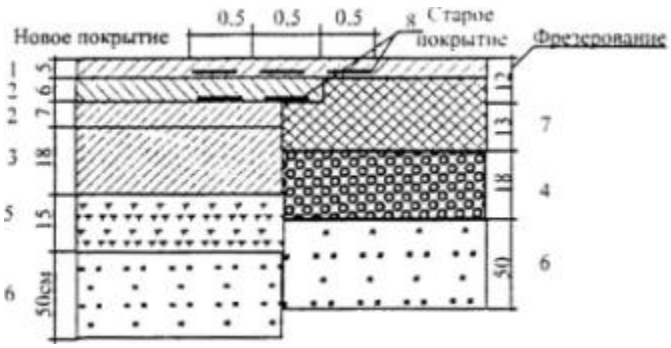


Рис. 17.13. Армирование при фрезеровании старого покрытия уступом (обозначения см. рис. 17.11)

Эффективным может быть также вариант сопряжения, в котором уступ выполнен с разборкой асфальтобетона на всю глубину до центра цементобетонного основания (рис. 17.14). В этом случае уступ заполняется тощим бетоном 3 и слоем асфальтобетона 2. Верхние слои асфальтобетона армируют рулонными геосинтетическими материалами со смещением.

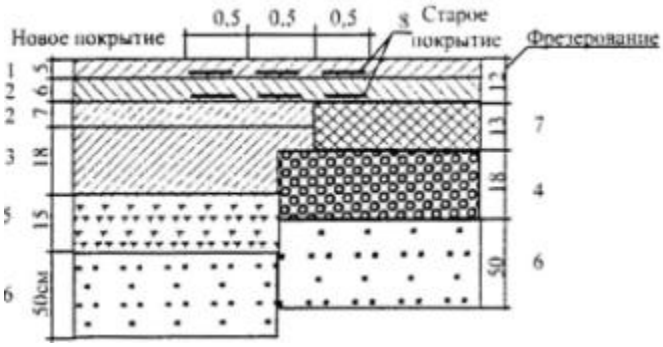


Рис. 17.14. Комбинированное укрепление зоны стыка (обозначения см. рис. 17.11): 11 - высокопрочный рулонный геосинтетический материал

Возможны и другие варианты армирования продольного сопряжения старой и новой дорожных одежд, которые обеспечивают надёжность их совместной работы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ГЛАВА 18. Ликвидация колей на автомобильных дорогах

18.1. Оценка характера и выявление причин колееобразования

Участки дорог с образовавшейся колеёй выявляют в процессе диагностики состояния дорог. Тогда же измеряют глубину колеи и оценивают степень её влияния на скорость и безопасность движения, исходя из которого принимают принципиальное решение о необходимости её устранения.

Руководствуясь Классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог, предварительно назначают вид ремонта. Чтобы обосновать вид ремонта и определить состав и объемы работ, необходимо выявить причины образования колеи на каждом характерном участке. Для этого следует выполнить детальные обследования каждого участка дороги, на котором намечаются ремонтные работы.

Колея образуется в результате интенсивного движения транспортных средств при высокой температуре воздуха и покрытия летом и при повышенной влажности грунтов земляного полотна весной; недостаточной сдвигоустойчивости слоев асфальтобетонного покрытия или основания, а также грунтов активной зоны земляного полотна. При этом происходит истирание верхнего слоя покрытия в полосе наката, доуплотнение или переуплотнение слоев дорожной одежды (с разрушением щебня или без него), отслаивание или выкрашивание верхнего слоя, пластическое деформирование слоев дорожной одежды.

Накопление остаточных деформаций и структурных разрушений может происходить в одном или сразу в нескольких слоях дорожной конструкции. Верхний слой покрытия расположен в зоне максимальных температурных воздействий и воспринимает наибольшую нафузку от колес транспорта. Поэтому он подвержен деформациям в наибольшей степени и чаще других является причиной образования колеи. Любой из нижележащих слоев может также быть причиной образования колеи.

Колея может быть образована в результате деформирования поперечного профиля проезжей части в виде углублений по полосам наката с гребнями или без гребней выпора. Полная глубина колеи складывается из высоты выпора и глубины впадины (рис. 18.1).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

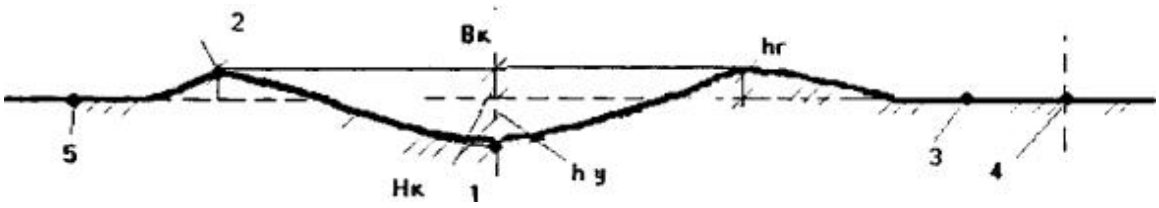


Рис. 18.1. Общий вид внешней колеи:
1 - основание колеи (дно); 2 - гребень выпора колеи; 3 - проектная поверхность покрытия; $B_к$ - ширина колеи; $H_к$ - полная глубина колеи ($H_к = h_y + h_г$); $h_г$ - высота гребня выпора; h_y - глубина впадины (углубления); 4 - граница полосы движения; 5 - середина одной полосы движения

Полевые работы по обследованию участков с колеей наиболее целесообразно проводить в конце лета или начале осени, после прекращения высоких летних температур. Обследования должны быть завершены не менее чем за 6-8 месяцев до начала ремонта. Полевые обследования выполняют в два этапа: визуальные обследования; инструментальные обследования.

Визуальный осмотр участка проводят из автомобиля, движущегося со скоростью не более 20 км/час или пешком. В местах, требующих детального осмотра и обследования, делаются остановки. Обследование дорог с раздельными проезжими частями проводят в прямом и обратном направлениях. На каждом участке определяют: интенсивность и состав движения; состояние покрытия; состояние обочин; состояние водоотводных сооружений и земляного полотна.

Описание внешнего характера колеи ведут по следующим признакам: сведения общего характера; форма и очертание краев колеи (выраженные или сглаженные); наличие гребней выпора и их характер; глубина колеи (малая - менее 20 мм, средняя 20-40 мм, глубокая - более 40 мм); ширина колеи; наличие пластических деформаций или признаков истирания материалов; виды дефектов на поверхности покрытия; неоднородность цвета и количества компонентов на поверхности (пятна битума, недостаток вяжущего, выступание щебня, избыток песка и т.д.); динамика развития колеи (колея развивается быстро или медленно); состояние покрытия вокруг колеи (сетка трещин, наплывы, шелушение и т.д.); пикетное положение и протяженность участка с колеёй (начало и конец колеи), направление движения и номер полосы.

Предварительное заключение о состоянии участка дороги и причинах образования колеи составляют на основании результатов визуального обследования и данных общего характера. В заключении указывают намеченные методы ликвидации колеи. Если причина образования колеи не может быть однозначно установлена при визуальном обследовании, назначают инструментальные обследования, в процессе которых устанавливают:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

геометрические параметры колеи (глубина и ширина колеи, высота и ширина гребней выпора);

геометрические параметры дороги (ширина проезжей части, число полос движения и ширина каждой полосы, ширина обочин, продольные и поперечные уклоны);

ровность дорожных покрытий;

сцепление покрытий с колесом автомобиля;

прочность дорожной одежды.

Измерение геометрических параметров дорог с колеёй геодезическими методами применяют на стадии обследования и разработки технического проекта ремонта дороги (при необходимости фрезерования, устройства выравнивающих слоев или уширения проезжей части).

В каждом поперечнике получают отметки 5 точек (рис. 18.2): кромка проезжей части с двух сторон K_1 и K_2 середина проезжей части C_1 и C_2 с каждой стороны; ось дороги О.

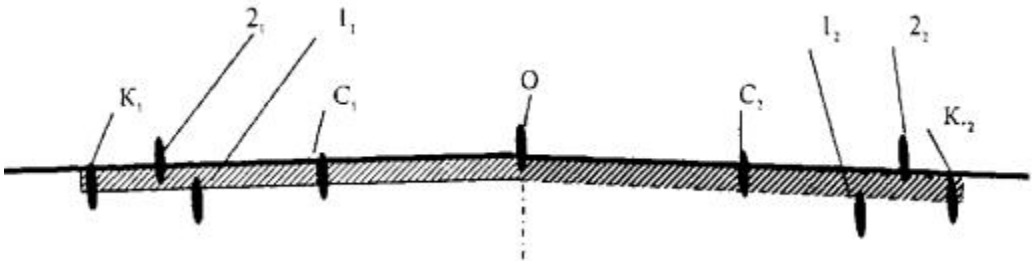


Рис. 18.2. Схема расположения контрольных точек на покрытии: K_1 и K_2 - кромка проезжей части с каждой стороны; C_1 и C_2 - середина проезжей части с каждой стороны; 1_1 и 1_2 - дно правой колеи в каждой полосе движения; 2_1 и 2_2 - вершина правой колеи; О - ось дороги

Геометрические параметры дороги замеряют через каждые 10 м по длине дороги. На участке дороги с колеёй в поперечном профиле получают две дополнительные точки, характеризующие глубину колеи: дно колеи (точка 1) и вершина колеи (точка 2). Измерения проводят по внешней, правой колее (ближе к обочине) для каждой полосы движения, на которой имеется колея. Глубину колеи рассчитывают как разность отметок точек 2 и 1.

Высотные отметки дополнительных точек 1 и 2 определяют через 20 м, для привязки колеи к продольному и поперечному профилям дороги и составления картограммы фрезерования или устройства выравнивающих слоев. При наличии

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

данных о глубине колеи, полученных другими методами, геодезическими методами глубину колеи замеряют не реже чем 1 раз на каждые 100 м. В пикетажном журнале отмечают координаты начала и конца участка с колеей.

Оценку прочности дорожной одежды проводят на участках дороги с глубиной колеи более 35 мм или при наличии сетки трещин, свидетельствующей о возможной потере прочности одним или несколькими слоями дорожной одежды. Работы выполняют по методике ОДН 218.1.052-2002 весной. Для составления проекта могут быть использованы данные диагностики, взятые из банка данных, полученные в результате предшествующих обследований данного участка. Обследование покрытия и дорожной одежды ведут путём отбора проб вырубками прямоугольной формы размером 300´300 мм или высверливанием кернов диаметром 100 мм. Наиболее целесообразно высверливать пробы при помощи специальной буровой установки. Пробой считают не менее двух образцов кернов, взятых на расстоянии не более 0,5 м один от другой (два керна - одна проба).

Отбор проб проводят с целью определения причины образования колеи в дорожной одежде (поиск слабого слоя) и оценки возможности вторичного использования материалов.

Глубина отбора проб зависит от вида и характера колеи:

при поверхностном характере колеи - глубину отбора кернов назначают равной толщине слоев асфальтобетона в дорожной одежде;

при глубинном характере колеи - глубину отбора кернов назначают равной толщине всей дорожной одежды. В этом случае необходимо взять и пробы грунта из активной зоны земляного полотна.

Рекомендуемые места отбора проб на одной полосе движения показаны на рис. 18.3. Точка 1 расположена на дне внешней колеи (ближе к обочине) примерно в середине внешней колеи. Точка 2 удалена от оси дороги либо от линии, разделяющей полосы движения, на 0,2-0,3 м. Точка 3 расположена на вершине гребня выпора. Точка 3 является дополнительной. Независимо от вида колеи, на каждом характерном участке отбирают одну контрольную пробу из точки 1 на всю толщину дорожной одежды.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

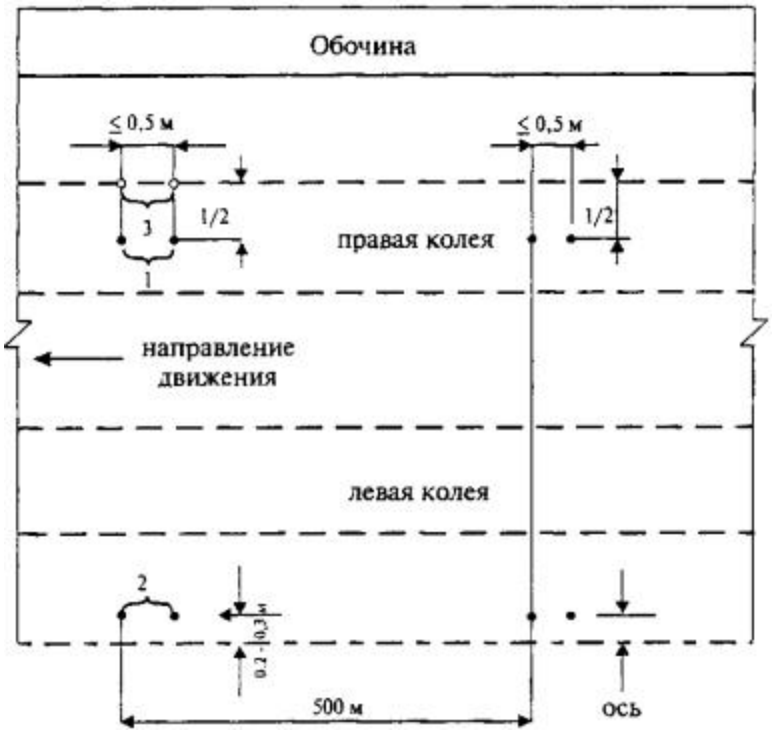


Рис. 18.3. Схема отбора проб из покрытия:
1, 2, 3 - места (точки) отбора проб, расположенные в одном створе, на одной полосе движения

При поверхностном характере колеи пробы отбирают из точек 1 и 2. Точка 1 расположена на дне внешней колеи, а точка 2 - удалена от оси дороги либо от линии, разделяющей полосы движения на 0,2- 0,3 м. В одном сечении (створе) необходимо отобрать две пробы (4 керна). Максимальное расстояние между створами отбора проб по длине дороги составляет не более 500 м.

При глубинной колее, сопровождающейся выдавливанием материала из слоя с образованием гребней выпоров, дополнительно отбирают пробу кернов в самой высокой точке колеи - точка 3 (гребень выпора) через 1000 м или одну пробу на каждый характерный участок (при длине участка с колеей менее одного километра). Отобранные образны испытывают в 4 этапа: испытывают на разрушенный керн; испытывают каждый слой керна в естественном состоянии; испытывают переформованные образцы асфальтобетона; определяют свойства смесей и их компонентов.

Испытание кернов проводят на месте отбора проб в передвижной лаборатории. При ее отсутствии после визуального осмотра и маркировки (место взятия проб, дата отбора, номера створа, пробы и керна) образцы доставляют в лабораторию и испытывают в день отбора проб. Если керн не удалось отобрать на всю глубину дорожной одежды целиком (один или несколько слоев могут рассыпаться), необходимо собрать весь материал разрушенного слоя в отдельный пакет и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

записать толщину данного слоя в конструкции (на основании замера толщины слоя в высверленном отверстии).

Толщину слоя в конструкции замеряют с помощью глубинного щупа. В процессе испытания не переформованных кернов определяют толщину слоев по результатам измерения толщины в 3 точках с точностью до 0,5 мм. За толщину слоя принимают среднее арифметическое значение трех измерений.

Керны разделяют на отдельные слои и определяют прочность сцепления между слоями и среднюю плотность слоев дорожной одежды в кернах

$$\rho = \frac{m}{V},$$ где
(18.1)

r - средняя плотность слоя в конструкции, кг/м^3;

m - масса образца в воздухе (взвешивают с точностью до 0,01 г);

V - объём образца (определяют методом гидростатического взвешивания или рассчитывают, м^3.

Затем определяют влажность слоя в естественном состоянии (с точностью до 0,01 %) и рассчитывают водонасыщение и набухание слоев. После этого проводят испытания переформованных образцов в соответствии с действующими нормативными документами.

Материал каждого из слоев асфальтобетона (одна проба 2 керна) разогревают в термостате и изготавливают цилиндрические образцы в соответствии с п.6 ГОСТ 12801-98, при испытании которых определяют среднюю плотность асфальтобетона; рассчитывают коэффициент уплотнения каждого слоя; определяют водонасыщение и набухание асфальтобетона, предел прочности при сжатии при температурах +50°С, +20°С и 0°С, предел прочности на растяжение при расколе, предел прочности на растяжение при изгибе и показатели деформативности, характеристики сдвигоустойчивости и водостойкость. Допускается проводить испытания ускоренным методом в соответствии с ГОСТ 12801-98, п. 21.

После проведения испытаний переформованные образцы нагревают в термостате до 80°С, превращают в смесь и определяют: истинную плотность

смесей пикнометрическим методом, среднюю плотность минеральной части, пористость минерального остова и остаточную пористость, качество сцепления вяжущего с минеральной частью асфальтобетонной смеси.

Определяют состав асфальтобетонной смеси и проводят оценку качества составляющих компонентов. Для этого выполняют экстрагирование битума из асфальтобетонной смеси. Определяют количество битума в смеси и зернового состава минеральной части асфальтобетонной смеси.

После окончания экстрагирования (извлечения битума из асфальтобетонной смеси) экстракт (растворенный битум) высушивают и взвешивают компоненты смеси. При этом определяют: содержание битума в смеси из покрытия с точностью до 0,1 % и зерновой состав асфальтобетонной смеси после экстрагирования.

Качество битума после экстрагирования из смеси определяют путем следующих испытаний: глубина проникания иглы по методике ГОСТ 11501-78*; растяжимость по методике ГОСТ 11505-75*; температура размягчения по кольцу и шару по методике ГОСТ 11506-73*; температура хрупкости по Фраасу по методике ГОСТ 11507-78*; сцепление битума с мрамором или песком по методике ГОСТ 11508-74*.

Качество щебня и песка в асфальтобетонной смеси и конструктивных слоях дорожной одежды после экстрагирования определяют в соответствии с требованиями действующих стандартов. Составляют сводные ведомости состояния дорожной одежды и свойств материалов, в которые заносят средние арифметические значения всех испытанных свойств.

Анализ состояния слоев дорожной конструкции. Анализ состояния дорожной конструкции проводят в четыре стадии. На первой стадии проводят анализ однородности толщины каждого слоя в пределах одного створа в точках 1, 2 и 3. Отмечают изменения в толщине слоев. Слой, в котором отмечен разброс свойств в одном створе более чем на 10 %, считают нестабильным, подверженным пластическим деформациям. Отмечают номер створа и слой, в котором отмечены нестабильные свойства.

На второй стадии проводят анализ однородности свойств нестабильного слоя по длине участка. Для этого оценивают однородность свойств в одноимённых пробах (дно колеи или граница раздела полос движения, или гребень выпора колеи) по длине участка. Однородность свойств в одноимённых точках по длине участка подтверждает выявленную нестабильность или позволяет судить о случайности полученного результата.

На третьей стадии определяют причины потери стабильности слоев дорожной одежды путём анализа соответствия свойств, слоев дорожной одежды и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

составляющих их компонентов требованиям стандартов и нормативных документов.

При анализе зернового состава смесей отмечают изменения в составе смесей одного створа и отклонения в составе от проектных значений. Слои, в которых отмечено дробление щебня, или качество материалов не соответствует требованиям нормативных документов более чем на 5 %, считают слабыми, нуждающимися в укреплении или замене (полной или частичной).

Составляют ведомость нестабильных слоев дорожной одежды, в которой отмечают расположение участка на дороге, номер слоя и свойства, по которым данный слой признан нестабильным. Составляют ведомость расположения участков, материал которых не пригоден для повторного использования.

Завершающим этапом обследования участков дорог с колеей является составление заключения о качестве материалов в слоях дорожной одежды и их соответствии требованиям нормативных документов. В заключение необходимо указать места колеи, на которых обнаружены нестабильные слои, указать возможные причины потери стабильности и возможности дальнейшей работы слоя в дорожной конструкции. Следует отметить возможности вторичного использования материалов дефектных слоев в дорожной одежде и предложить способы ремонта участка дороги с колеей.

На основании данных, полученных в процессе полевых обследований и лабораторных испытаний, производят расчёт и прогнозирование возможного развития колееобразования, результаты которого позволяют обосновать решения о методе и способах устранения колеи.

18.2. Расчёт и прогнозирование глубины колеи и динамики её развития

Методика расчёта и прогнозирования глубины колеи разработана на кафедре строительства и эксплуатации дорог МАДИ (ГТУ) проф. А.П. Васильевым, проф. Ю.М. Яковлевым и канд. техн. наук СВ. Луговым.

Процесс образования колеи связан с накоплением остаточных деформаций в грунте земляного полотна, слоях основания и покрытия, а также со структурным разрушением каменного материала. Чтобы определить общую глубину колеи на поверхности покрытия по полосам наката, необходимо знать величину остаточных деформаций, накопившихся в активной зоне земляного полотна, в слоях основания и покрытия, а также учесть высоту гребней выпора.

Накопление остаточных деформаций в грунте обусловлено большим количеством факторов, в числе которых наиболее существенную роль играют вид грунта, его консистенция, а также суммарное число приложений нагрузки и общая

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

жесткость вышележащих слоев дорожной одежды (Васильев А.П. Проблемы разработки методов прогнозирования глубины колеи на автомобильных дорогах // Проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог в начале XXI века. - М., 2000. - С. 4-32. - (Сб. науч. тр./ МАДИ (ТУ).

Вычисление ожидаемого суммарного числа приложений расчетных нагрузок по годам эксплуатации дороги N_{pct} производят по формуле:

$$N_{pct} = N_{p1} \cdot \left[\frac{q^t - 1}{q - 1}\right] \cdot T_{pcz} \cdot K_{ny},$$ где

(18.2)

N_{p1} - суточная интенсивность движения автомобилей на полосу, приведённых к расчётной нагрузке (100 кН на ось) в первый год службы дорожной одежды, авт/сут;

q - показатель изменения интенсивности движения по годам;

t - год, на который прогнозируют глубину колеи;

T_{pcz} - расчётное количество дней в году, соответствующее определённому состоянию дорожной одежды (для грунта земляного полотна по табл. п 6.1 [72]);

K_{ny} - коэффициент поперечной установки автомобиля, учитывающий неточное попадание последовательно движущихся автомобилей в один след, K_{ny} = 0,6-0,7.

Вычисление остаточной осадки земляного полотна $h_{ЗПt}$ за срок службы производят по формуле:

$h_{ЗПt} = h_{ГРt} \cdot K_E \cdot K_{ha}$, м, где

(18.3)

$h_{ГРt}$ - исходная остаточная осадка грунта земляного полотна под дорожной одеждой, определяемая по графику (рис. 18.4), который построен для $E_Д/E_Г$ = 30, h/D = 2 ($E_Д$ - средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды, МПа; $E_Г$ - модуль упругости грунта, МПа; h - общая толщина слоев дорожной одежды, м; D - диаметр круга, равновеликого отпечатку колеса расчётного автомобиля, равный 0,37 м);

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$E_Д = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^{n} h_i} = \frac{E_1 \cdot h_1 + E_2 \cdot h_2 + \ldots + E_n \cdot h_n}{h_1 + h_2 + \ldots + h_n}, \text{ МПа,}$$

(18.4)

n - число слоев в дорожной одежде;

E_i и h_i - модуль упругости материала и толщина i -того слоя;

K_E - коэффициент, учитывающий поправку на фактическое соотношение $E_Д/E_Г$, определяемый по табл. 18.1 (при $E_Д/E_Г$ =30, принятом при построении графика на рис. 18.4- K_E = 1,0);

K_{ha} - коэффициент, учитывающий поправку на фактическую относительную толщину дорожной одежды h/D, определяемый по табл. 18.2 (при h/D = 2, принятом при построении графика на рис. 18.4 - K_{ha} = 1,0).

Основной причиной накопления остаточных деформаций в слоях основания, не содержащих битум, является одновременное (совместное) воздействие на материал транспортной нагрузки и природно-климатических факторов. С течением времени каменный материал разрушается (измельчается) и дорожная одежда теряет свою первоначальную прочность и жесткость, начинают преобладать пластические деформации. В песчаных слоях при многократно повторяющихся нагрузках также происходит накопление деформаций вследствие сдвиговых явлений.

Таблица 18.1

Значения коэффициента K_E

$E_Д/E_Г$	2	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50
K_E	2,0	1,65	1,5	1,35	1,25	1,17	1,08	1,04	1,02	1,0	0,95	0,92

Примечание. Для промежуточных значений $E_Д/E_Г$ величину K_E определять способом линейной интерполяции.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Таблица 18.2

Значения коэффициента K_{ha} при различных h/D

h/D	0,75	0,8	1,0	1,15	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,6	3,25
K_{ha}	2,3	2,05	1,5	1,33	1,25	1,13	1,04	1,0	0,96	0,94	0,90

Примечание. Для промежуточных значений h/D величину K_{ha} определять способом линейной интерполяции.

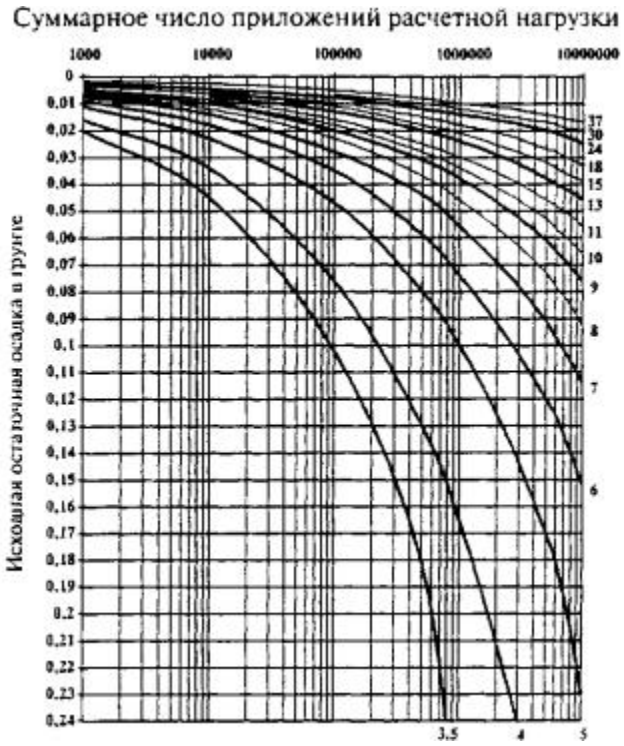


Рис. 18.4. График для определения исходной остаточной деформации в грунте: цифры на кривых - угол внутреннего трения грунта, зависящий от его влажности, град.

Экспериментально установлено, что накопление остаточных деформаций в слоях основания в значительной степени зависит от величины остаточной деформации, накопленной в активной зоне грунта земляного полотна.

Абсолютная остаточная деформация слоя основания из щебня, гравия, песчано-гравийной смеси может быть определена по эмпирической зависимости

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$h_{Mt} = \left(a \cdot \left[\frac{E_M}{E_\Gamma} \right] + b \right) \cdot h_{3\Pi}, \text{ м},$$

где

(18.5)

a и b - эмпирические показатели, зависящие от толщины слоя (табл. 18.3);

E_M - модуль упругости материала слоя, МПа.

Таблица 18.3

Показатель	Величины показателей a и b в зависимости от толщины слоя (толщина слоя в метрах)				
	0,1	0,15	0,2	0.25	0,3
a	-0,025	-0,033	-0,037	-0,039	-0,043
b	0.3	0,5	0.7	0,85	1,0

Примечание. Для промежуточных толщин следует применять линейную интерполяцию.

Для слоев основания, укреплённых неорганическим вяжущим, и песчаных слоев следует использовать выражение

$$h_{Mt} = \left(c \cdot \left[\frac{E_M}{E_\Gamma} \right]^d \right) \cdot h_{3\Pi}, \text{ м},$$

где

(18.6)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

c и *d* - эмпирические показатели, зависящие от толщины слоя и материала слоя (табл. 18.4).

Таблица 18.4

Показатель	Величины показателей *c* и *d* в зависимости от толщины песчаного слоя, м						Величины показателей *c* и *d* в зависимости от толщины укреплённого слоя			
	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,15	0,2	0,25	0,3
c	1,1	0,88	0,97	1,2	1,19	0,87	0,69	0,53	0,47	0,49
d	-1,6	-1,14	-1,1	-1,22	-1,04	-0,7	-1,0	-0,66	-0,47	-0,39

Примечание. Для промежуточных толщин *c* и *d* надо округлять до ближайшего значения.

Величину пластической деформации в битумосодержащих слоях

$h_i^{бс}$ можно вычислить по видоизменённой формуле, полученной на основе исследований А.М. Богуславского (Богуславский А.М., Богуславский Л.А. Основы реологии асфальтобетона / Под ред. проф. Н.Н. Иванова. - М., 1972. - 200 с), учитывающей изменения напряжений и расчётной вязкости по толщине слоя:

$$h_i^{бс} = K_{взм} \cdot \left(1 - \exp\left[\frac{-\sqrt{N_{рст} \cdot t_ц}}{N_{рст} \cdot t_ц}\right]\right) \cdot N_{рст} \cdot t_ц \cdot \sum_{j=1}^{M} \frac{T(z) \cdot h_j}{\eta_р \cdot K_{ej}}, \text{ м,} \quad (18.7)$$

где

M - число расчётных слоев;

$K_{вып}$ - коэффициент, учитывающий выпор по краям колеи ($K_{вып}$ = 1,0-1,3);

N_{pct} - суммарное число приложений расчётной нагрузки, вычисленное по формуле (18.2) при $T_{pcг}$, назначенном по табл. 18.5, в зависимости от среднегодовой положительной температуры воздуха

t^{+}_{cpz} (см. формулу (18.8));

$t_ц$ - длительность одного приложения транспортной нагрузки в пределах следа колеса ($t_ц$ = 0,015-0,03), большие значения для низких категорий и большей доле в транспортном потоке грузовых автомобилей и автобусов, с;

$T(z)$ - касательное напряжение, ориентировочно определяемое по формуле (18.9), МПа;

h_j - толщина слоя, в пределах которого вязкость существенно не меняется (h_j = 0,02 м);

h_p - расчётная вязкость асфальтобетона при температуре 50°С, полученная путём лабораторных испытаний стандартных образцов (Руденский А.В. Дорожные асфальтобетонные покрытия. - М.: Транспорт, 1992. - 254 с), МПа·с;

$K_{вj}$ - коэффициент, учитывающий различие между лабораторными испытаниями образца и фактической работой асфальтобетона в покрытии, а также увеличение вязкости по слоям вследствие уменьшения среднесуточной температуры и осреднённые условия старения материала (табл. 18.6).

Среднегодовую положительную температуру воздуха определяют по формуле

$$t^{+}_{cpz} = \frac{\sum_{i=1}^{n_M} t_{cpi}}{n_M}, \text{ м,} \quad \text{(18.8)}$$

где

t_{cpi} - средняя температура i-того месяца (по данным метеостанции или климатического справочника), °С,

$n_м$ - количество месяцев в году с устойчивой положительной температурой;

Таблица 18.5

Приведённое количество дней в году с температурой покрытия +50°С

$t^{+}_{ср}$, °С	11	13	15	17	19	21	23	25
$T_{рсг}$, дни	0,5	1,1	3,5	10,5	19	34	62	104

Примечание. Промежуточные значения следует определять линейной интерполяцией.

Таблица 18.6

Средние значения коэффициентов увеличения расчётной вязкости по слоям

Глубина расположения слоя, м	0,00- 0,02	0,03-0,05	0,06-0,1
Среднее значение $K_{вj}$	1,0	3,5	5,0

$T(z) = K_m \cdot P$, где
(18.9)

K_m - коэффициент перехода от нормального напряжения к касательному (K_m = 0,1-0,5 - большие значения для верхних расчётных слоев);

P - давление от колеса расчётного автомобиля, МПа.

Общая глубина колеи (средняя на участке, для которого производится прогноз) может быть выражена зависимостью, учитывающей, что остаточные деформации в различных направлениях (продольное, поперечное) взаимосвязаны, так как являются функциями снижения деформационной устойчивости конструкции:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$h_{общt}^{ф} = \left(K_{но} \cdot \left(h_{ЗП} + \sum_{i=1}^{m} h_{Mti} \right) + h_t^{бс} \right) \cdot K_П + \Delta_{Иt}, \text{ м},$$ где

(18.10)

$K_{но}$ - показатель, характеризующий долю неравномерной остаточной деформации, одной из существенных причин которой является неравномерное увлажнение грунта земляного полотна, может быть принят в зависимости от уровня надёжности одежды от 0,12 до 0,17 (большие значения при уровне надёжности 0,98 меньшие при 0,85 и меньше);

m - число слоев основания, не содержащих органическое вяжущее;

$K_П$ - коэффициент перехода от неравномерной остаточной деформации в продольном направлении к глубине колеи, может быть принят 2,56 (Фадеев В.Б. Прогнозирование процесса колееобразования с учетом накопления остаточных деформаций в грунте земляного полотна // Проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог в начале XXI века. - М., 2000. - С. 142-149.- (Сб. науч. тр /МАДИ (ГТУ)

D$И_t$ - износ (истирание) покрытия за t лет, м.

Если необходимо располагать данными о максимально возможной глубине колеи на данном участке, то она может быть рассчитана по формуле

$$h_{общt}^{max} = h_{общt}^{ф} \cdot \left(1 + t \cdot C_v\right), \text{ м},$$ где

(18.11)

t - коэффициент доверительной вероятности, назначаемый в соответствии с [72] в зависимости от принятого уровня надёжности дорожной одежды;

C_v - коэффициент вариации глубины колеи (C_v = 0,25-0,35 большие значения для дорог низких категорий).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

18.3. Классификация методов борьбы с колееобразованием на автомобильных дорогах

Методы борьбы с колееобразованием на автомобильных дорогах разработаны на кафедре строительства и эксплуатации дорог МАДИ (ГТУ) проф. А.П. Васильевым, канд. техн. наук Т.А. Лариной, канд. техн. наук П.П. Пефовичем с участием канд. техн. наук Т.Н. Кирюхина (Союздорнии). (Рекомендации по выявлению и устранению колей на дорожных одеждах: ОДМ/Росавтодор. - М., 2002. - 179 стр.).

Методы борьбы с колееобразованием можно разделить на четыре основные группы:

организационно-технические мероприятия по снижению темпов колееобразования;

методы ликвидации колей без устранения или с частичным устранением причин образования колеи;

методы устранения причин образования колеи;

методы предупреждения образования колей.

Метод борьбы с колееобразованием выбирают в каждом конкретном случае на основе анализа результатов обследования общего состояния дороги, выявления причин образования колей, их глубины, геометрических параметров, протяженности, интенсивности и состава движения, с учётом финансовых и материально-технических возможностей, сроков выполнения работ по ликвидации колеи и других факторов.

Как правило, окончательное решение о выборе метода и технологии ремонта должно приниматься на основе технико-экономического сравнения вариантов. При этом одновременно должны быть рассмотрены несколько способов. Назначение вариантов методов и технологий борьбы с колееобразованием проводят с учётом состава работ и условий их применения.

Организационно-технические мероприятия по снижению темпов колеобразования включают:

ограничение движения тяжелого грузового автотранспорта в дневное время суток при высоких положительных температурах с переводом движения на ночное время;

ограничения движения тяжёлого грузового автотранспорта в весенний период оттаивания грунтов земляного полотна;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

строгий весовой контроль за соблюдением требований по фактической величине нагрузки на ось автомобиля;

организацию равномерного распределения движения по всей ширине проезжей части (при наличии широкой проезжей части и краевых укрепительных полос);

ликвидацию узких мест, мест снижения скорости движения грузовых автомобилей, заторов и остановок с целью сокращения продолжительности приложения нагрузок.

Организационно-технические мероприятия целесообразно применять совместно с методами ликвидации колей без устранения или с частичным устранением причин колееобразования.

Методы ликвидации колей без устранения или с частичным устранением причин колееобразования включают:

выравнивание поперечного профиля путём заполнения колеи ремонтным материалом;

выравнивание поперечного профиля путем срезания гребней выпора по обеим сторонам колеи с заполнением оставшейся части колеи ремонтным материалом или без заполнения.

Ликвидация колей и восстановление поперечной ровности полосы движения или всей проезжей части без учёта свойств нестабильных слоев покрытия или дорожной одежды позволяет достаточно просто устранить колею и обеспечить безопасное движение автомобилей на короткий срок, по истечении которого колея образуется вновь. Этот способ рекомендуется как временная мера для восстановления поперечного профиля и ликвидации колеи глубиной до 30 мм при содержании дорог, а также для ликвидации колей глубиной до 45 мм при ремонте дорог при условиях ограничения по финансовым и материально-техническим ресурсам. Целесообразно сочетать указанные меры с организационно-техническими мероприятиями по снижению темпов колееобразования.

Методы ликвидации колей с устранением причин их образования включают:

стабилизацию или удаление и замену нестабильного слоя без усиления или с усилением дорожной одежды;

повышение жесткости нижележащих слоев покрытия;

стабилизацию или замену грунтов активной зоны земляного полотна;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

осушение и обеспечение отвода поверхностных и грунтовых вод.

Методы ликвидации колей с устранением причин их образования позволяют на длительный срок обеспечить требуемую ровность покрытия (допустимую глубину колеи) на эксплуатируемых дорогах. Метод рекомендуется для применения во всех случаях образования колей на существующих дорогах и прежде всего при ремонте дорог с глубиной колеи до 45 мм и при капитальном ремонте дорог с глубиной колеи более 45 мм.

Методы предупреждения образования колей включают:

расчет и конструирование дорожных конструкции (дорожной одежды и земляного полотна) с учётом накопления остаточной деформации в допустимых пределах;

устройство верхних слоев покрытия из материалов с высокой сдвигоустойчивостью и сопротивлением износу, а слоев основания из материалов с высоким сопротивлением структурным разрушениям и образованию остаточных деформаций;

использование армированных слоев в покрытиях и жёстких слоев в основаниях;

устройство земляного полотна из дренирующих материалов;

устройство дренажей и систем отвода воды.

Мероприятия по предупреждению образования колеи должны быть предусмотрены в проектах на строительство, реконструкцию и капитальный ремонт автомобильных дорог всех категорий, когда расчеты показывают вероятность образования колеи, глубина которой в пределах расчетного срока службы покрытия и дорожной одежды может превышать допустимые пределы.

18.4. Ликвидация колей без устранения или с частичным устранением причин колееобразования

Заполнение колей ремонтным материалом. Простейший метод ликвидации колей без устранения причин колееобразования состоит в заполнении колеи ремонтным материалом горячим или холодным способами. Метод применяют для ликвидации колей глубиной не более 30 - 45 мм при отсутствии четко выраженных краев колеи и гребней выпора. При глубине колеи более 60 мм ремонтный материал укладывают не менее чем в два слоя. Каждый из слоев уплотняют (коэффициент уплотнения как выравнивающего, так и верхнего слоя должен быть не менее 0,99).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

В качестве ремонтного материала для выравнивающего слоя могут быть использованы: чистый высокопрочный щебень, обработанный битумом или битумной эмульсией в установке; асфальтобетонная смесь; слои поверхностной обработки; открытые битумоминеральные смеси; эмульсионно-минеральные смеси и др. Не допускается применение щебня из гравия. Размер фракций щебня зависит от глубины колеи, количества слоев и применяемой технологии устройства выравнивающего слоя. Выравнивающий слой должен быть обязательно перекрыт слоем асфальтобетона (на дорогах I-II категорий) или слоем поверхностной обработки (на дорогах III-IV категорий).

До укладки выравнивающего слоя необходимо очистить покрытие от пыли и грязи, заделать трещины и выбоины, срезать неровности и устроить корыто по колее, очистить корыто и нанести вяжущее (битум или эмульсию) на стенки корыта для обеспечения сцепления старого покрытия с ремонтным материалом.

Корыто глубиной до 30 мм устраивают фрезой или специальным ножом - насадкой, приваренным (или на болтах) к отвалу автогрейдера. Корыто устраивают в тех случаях, когда ремонтный материал укладывают в один слой толщиной 30-50 мм в колею без перекрытия его верхним слоем. Допускается не устраивать корыто при заполнении колеи эмульсионно-минеральной смесью, слоем поверхностной обработки, открытыми битумоминеральными смесями, а также при укладке по выравнивающему слою ремонтного материала, дополнительного слоя покрытия, защитного слоя или слоя износа на всю ширину проезжей части.

Подгрунтовку не производят, если в качестве ремонтного материала используют битумоминеральные смеси, а на дне колеи имеется выступающий битум, при условии, что выравнивающий слой будет перекрыт верхним слоем.

Оборудование для укладки ремонтного материала должно иметь устройство, позволяющее изменять ширину полосы укладки от 0,5 до 1 м и более. Каждый уложенный слой уплотняют специальным уплотняющим оборудованием с шириной рабочего органа меньше ширины колеи. Для этого используют трамбовки, вибрационные плиты, а затем катки. Коэффициент уплотнения должен быть не менее 0,99. Укладку второго слоя ведут сразу после уплотнения нижнего слоя, на горячий нижний слой. В исключительных случаях (при отсутствии специального оборудования) заполнение колеи ремонтным материалом может производиться при помощи автогрейдера, а уплотнение может производиться колесами тяжёлого грузового автомобиля.

Заполнение колей ремонтным материалом может производиться одним из следующих способов:

поверхностной обработкой в один или два слоя;

укладкой черного щебня без заклинки или с заклинкой;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

укладкой горячей асфальтобетонной смеси;

укладкой в один или два слоя холодной эмульсионно-минеральной смеси типа «Сларри-Сил» или « Рапидасфальт».

Поверхностную обработку в один или два слоя рекомендуется выполнять машиной с синхронным распределением вяжущего и щебня, способной легко изменять ширину полосы распределения. К таким машинам относятся «Чипсиллер-40», выпускаемый ГУП «Росдортех» (г. Саратов), машины фирмы «Сэкмэр», «Савалка» и др.

Колея глубиной до 15 мм может быть устранена поверхностной обработкой по полосе наката шириной до 0,8 м за один проход с использованием щебня фракции 5-10 мм. Колея глубиной до 30 мм устраняется поверхностной обработкой с использованием фракции 5-10 и 10-15 мм. Для ликвидации мелких неровностей, шелушения и выкрашивания, закрытия мелких трещин, придания поверхности покрытия однородных сцепных свойств рекомендуется устраивать поверхностную обработку на всю ширину покрытия.

В качестве вяжущего применяют вязкие дорожные битумы, нагретые до температуры, обеспечивающей их разлив. Для лучшего прилипания битума к щебню в битум вводят поверхностно-активные добавки (ПАВ) или применяют битум, модифицированный полимером (ПБВ). Движение открывают после остывания битума с ограничением скорости движения автомобилей до 40 км/час на период формирования слоя.

Поверхностную обработку на горячем битуме устраивают в сухую погоду при температуре воздуха не ниже + 15°С.

При использовании вместо битума катионной битумной эмульсии (ЭБК) работы можно производить на влажном покрытии при температуре воздуха не ниже +5°С, что существенно продлевает строительный сезон. Рекомендуется использовать эмульсии типа ЭБК-2 с концентрацией битума 65-70 %. Движение автомобилей открывают сразу после распада эмульсии и высыхания воды.

Нормы расхода вяжущего должны устанавливаться в каждом конкретном случае с учётом того, что поверхностная обработка производится по старому покрытию, которое может иметь избыточное или недостаточное количество вяжущего и различные виды разрушений поверхности (трещины, шелушение, выкрашивание), на гидроизоляцию которых расходуется часть битума. Кроме того, на расход вяжущего существенно влияет интенсивность движения тяжелых грузовых автомобилей. На дорогах с малой интенсивностью расход вяжущего может быть увеличен на 15-20 %, а с высокой интенсивностью уменьшен на 10-15 %. Ориентировочный расход вяжущего принимают как 1/10 часть расхода щебня, измеренного в лифах. При этом (для эмульсии) под остаточным вяжущим

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

понимают количество битума, оставшегося после распада битумной эмульсии и испарения воды.

На покрытиях с наличием сетки трещин в колее рекомендуется устраивать двухслойную поверхностную обработку. Для этого на распределённое вяжущее рассыпают щебень фракции 10-15 мм и прикатывают лёгким катком. Затем наносят второй слоя вяжущего и рассыпают щебень фракции 5-10 мм или 2-5 мм и уплотняют.

Уплотнение слоев поверхностной обработки производят катками на пневматическом ходу. Количество проходов катков назначают с учётом интенсивности движения автомобилей. Для дорог с высокой интенсивностью движения достаточно несколько проходов катка по одному следу. На дорогах с низкой интенсивностью количество проходов катка должно быть увеличено, чтобы обеспечить формирование монолитного слоя поверхностной обработки. Общее количество проходов катка по одному следу колеблется от 1 до 5.

Заполнение колеи черным щебнем может производиться в один слой без заклинки или в два и более слоев с заклинкой. Способ работы назначают в зависимости от глубины колеи. Заполнение колеи черным щебнем допускается на дорогах третьей и четвертой категорий с последующим перекрытием слоем износа.

Заполнение колеи глубиной до 30 мм производится укладкой в один слой чёрного щебня фракции 5-10 или 10-15 мм толщиной на 10-15 % больше глубины колеи и его уплотнением. Заполнение колеи глубиной до 45 мм черным щебнем может производиться методом заклинки. Сначала укладывают слой щебня фракции 10-15 мм или 15-20 мм и прикатывают. Затем укладывают слой щебня фракции 10-15 мм и уплотняют катком массой 10-13 т по 6-8 проходов по одному следу, виброплитой, трамбовкой или проходами тяжёлых грузовых автомобилей.

Укладка чёрного щебня производится щебнераспределителем или асфальтоукладчиком с регулируемой шириной полосы укладки. Допускается производить укладку чёрного щебня с применением автогрейдера. В этом случае чёрный щебень из самосвала раскладывают вдоль колеи в виде валика или отдельных куч, а затем разравнивают в колее отвалом автогрейдера.

Перед укладкой черного щебня производят подгрунтовку жидким битумом или битумной эмульсией из расчета 0,5-0,9 л на 1 $м^2$. Подгрунтовку не проводят, если на дне колеи имеется выступивший битум. После заполнения колеи чёрным щебнем необходимо уложить тонкий защитный слой на всю ширину полосы движения или проезжей части для придания однородности поверхности покрытия по внешнему виду и сцепным качествам, ликвидации шелушения, выкрашивания, мелких трещин и других мелких деформаций и разрушений, защиты покрытия от проникания воды. Защитный слой может быть усфоен методом поверхностной обработки или укладки эмульсионно-минеральной смеси типа «Сларри-Сил». В

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

исключительных случаях допускается устройство защитного слоя на ширину уложенного в колею ремонтного материала.

Ликвидацию колей без устранения причин колееобразования на дорогах I-IV категорий можно осуществлять также путём устройства выравнивающего или дополнительного слоя покрытия из сдвигоустойчивого щебенистого высокоплотного или плотного асфальтобетона типа «А» или «Б».

Колея глубиной до 25 мм при отсутствии гребней выпора и других неровностей может быть ликвидирована путём устройства выравнивающего слоя на ширину колеи с устройством нового слоя износа из мелкозернистой асфальтобетонной смеси на всю ширину полосы движения. Этот метод эффективен на ранней стадии колееобразования.

Укладку выравнивающего слоя на ширину колеи из асфальтобетонной смеси применяют при глубине более 25 мм и отсутствии явно выраженных гребней выпора по краям колеи. Асфальтобетонной смесью заполняют колею в один слой до поверхности покрытия с учётом коэффициента запаса. Уплотнение проводят виброфамбовками или виброплитами на ширину колеи. Предварительно заделывают выбоины и трещины старого покрытия: очищают его от пыли и грязи и подгрунтовывают жидким битумом или битумной эмульсией.

Слои износа или защитные слои рекомендуется устраивать методом поверхностной обработки или укладкой тонкослойных покрытий из щебнемастичного асфальтобетона (ЩМА) или эмульсионно-минеральной смеси на всю ширину проезжей части. Этот способ рекомендуется для предупреждения образования выбоин, раскрытия шва между корытом и старым покрытием, придания всей поверхности проезжей части однородных свойств, устранения мелких деформаций и разрушений, повышения сцепных качеств старого покрытия.

Колея средней глубины (более 25 мм) при наличии гребней выпора и отсутствии оборудования для их срезания может быть устранена путем укладки выравнивающего слоя из многощебенистого асфальтобетона в колею и по всей ширине покрытия с последующей укладкой выравнивающего и дополнительного слоя асфальтобетона. Этот способ может быть рекомендован при необходимости одновременного устранения колеи и других неровностей и дефектов покрытия, а также при необходимости усиления дорожной одежды. В последнем случае необходимо применять меры по борьбе с отраженными трещинами.

При глубине колеи более 20 мм необходимо устраивать выравнивающий слой. Недопустимо в один приём укладывать выравнивающий и дополнительный слой асфальтобетона из-за различной толщины слоя асфальтобетона по ширине проезжей части.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Заполнение колей глубиной до 30 мм и устранение других неровностей на покрытии может производиться с применением эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри-Сил», «Рапидасфальт» и др., которые могут быть уложены в один, два или фи слоя (рис. 18.5).

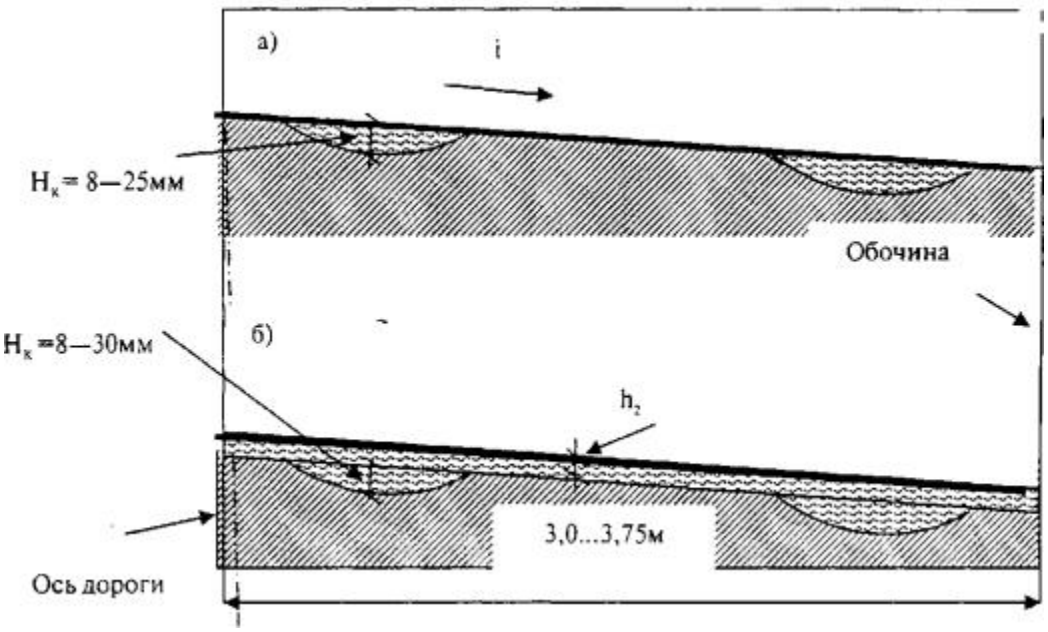


Рис. 18.5. Ликвидация колей с применением эмульсионно-минеральных смесей:
а) без устройства дополнительного слоя износа;
б) с устройством дополнительного слоя износа;
$H_К$ - глубина колеи; h_2 - толщина слоя износа

Эмульсионно-минеральная смесь состоит из высококачественного щебня, дробленого песка, минерального порошка, добавок в виде цемента или извести, битумной эмульсии с добавками полимеров и ПАВ (табл. 18.7). Портландцемент или молотая гашеная известь в количестве 1-3 % от массы щебня вводится для регулирования времени распада эмульсии и консистенции смеси. Смеси минеральных материалов бывают различного фракционного состава, но наиболее часто для ликвидации колеи и устройства защитных слоев применяют смеси каменного материала фракции 0-5, 0-8, 0-10 мм. В качестве вяжущего используют 65 %-ную катионную битумную эмульсию типа ЭБК-3 со скоростью распада от 3 до 60 с, обычно модифицированную латексом.

Таблица 18.7

Состав эмульсионно-минеральной смеси

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Состав смеси	Вид смеси	
	0-5	0-8
Щебень, % по массе крупностью:		
2-5 мм	40-70	15-20
5-8 мм	-	30-60
Дроблёный песок	Остальное	Остальное
Минеральный порошок, % по массе	6-10	6-10
Битум, содержащийся в эмульсии, % по массе	6,5-8,5	5,0-7,0

Работы по приготовлению смеси производятся специальной машиной, которая на одном шасси имеет смеситель, ёмкость для каменного материала и добавок, битумной эмульсии и воды, а также распределительную коробку ящичного типа с поперечными шнеками, которые обеспечивают возможность регулировать ширину и толщину укладываемого слоя. Исходные материалы загружают в ёмкость на базе, расположенной вблизи места работ, а смесь готовится в процессе движения смесителя к месту укладки. Имеется широкая номенклатура машин для приготовления и укладки смесей, таких как AZKO NOBEL (Швеция), WIERO (Германия), ELMA (Италия), Minimac и Macroparker (США) и другие.

Устранение колей с применением эмульсионно-минеральных смесей может производиться без устройства и с устройством дополнительного слоя износа (см. рис. 18.5). Способ устранения колей без устройства дополнительного слоя износа применяют, когда за пределом колей не имеется мелких повреждений и деформаций, а сцепные качества покрытия отвечают нормативным требованиям. В этом случае колея заполняется эмульсионно-минеральной смесью на всю глубину с расходом 20-40 кг/м^2 колеи за 1-2 прохода распределителя.

Способ устранения колей с устройством дополнительного слоя износа из эмульсионно-минеральной смеси применяют для одновременного устранения мелких деформаций и создания однородной поверхности покрытия по всей ширине проезжей части. В этом случае в начале за один проход заполняют смесью обе колеи с расходом смеси 10-20 кг на 1 м^2, а затем вторым проходом укладывают

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

дополнительный слой износа на всю ширину полосы движения с расходом смеси 15-20 кг/м^2.

До начала укладки смеси должны быть выполнены подготовительные работы, в состав которых входят:

заделка выбоин (ямочный ремонт);

удаление крупных неровностей, срезка их холодной фрезой;

заделка крупных трещин;

удаление разметки из термопластика фрезерованием, разметка из краски может быть оставлена;

очистка покрытия от пыли и грязи вакуумной уборочной машиной или промывкой водой под давлением 80-100 бар.

Покрытие перед укладкой может быть влажным, но без слоя воды на поверхности. Минимальная температура воздуха должна быть не ниже +5°С.

Слои из эмульсионно-минеральной смеси не требуют уплотнения, что является важным преимуществом при устройстве слоя. Уложенный небольшой толщины слой может быстро выделять воду, освобождающуюся при распаде битумной эмульсии уже через 20-30 минут. После этого открывают движение автомобилей, которое окончательно формирует и уплотняет слой.

Заполнение колеи инъекционным способом. На небольших по протяжению участках заполнение колеи ремонтным материалом может выполняться инъекционным способом при помощи специального прицепного оборудования, применяемого для ямочного ремонта, - пломбировщика марки БЦМ-24, УДМ-1, «Savalko» и др.

В качестве ремонтного материала используют щебень фракции 5-8 (10) мм и катионную битумную эмульсию ЭБК-2 с концентрацией 60-70 % на битумах БНД 90/130 или 60/90. Расход эмульсии 10-11 % от массы щебня. Работы могут выполняться при температуре воздуха не ниже +5°С как на сухом, так и влажном покрытии.

Заделка колеи производится в едином цикле в такой последовательности:

очистка выбоин от пыли и грязи струёй сжатого воздуха;

подгрунтовка подогретой до 60-75°С эмульсией;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

заполнение колеи чёрным щебнем, который подаётся под давлением (инъецируется);

присыпка уложенного чёрного щебня белым щебнем (толщина слоя в одну щебёнку).

Движение открывают через 10-15 минут после окончания работ.

Ликвидация колей методом горячей регенерации (способ термопрофилирования). Этот способ рекомендуют для повышения ровности покрытия при поверхностной колее глубиной не более 20 мм. Термопрофилирование покрытия проводят в следующей последовательности: разогревают покрытие на глубину 2-4 см (максимальная глубина разогрева слоя не может превышать 6 см); рыхлят его; добавляют 20-50 кг на 1 $м^2$ новой асфальтобетонной смеси; разравнивают (выглаживают) новый слой и уплотняют.

Термопрофилирование производят с применением комплекта машин, включающего асфальторазогреватель и термопрофилировщик (ремиксер).

Наиболее экономичным является способ, состоящий из операций планировки, гомогенизации и регенерации битума без добавления новой смеси. Этот метод эффективен для ликвидации колеи, образовавшейся за счёт износа (истирания) верхнего слоя асфальтобетона без образования пластической деформации, когда физико-механические свойства других слоев дорожной одежды стабильны.

Горячие способы регенерации нельзя дважды применять на одном и том же участке. Рекомендуется на восстановленную поверхность покрытия уложить защитный слой или слой износа из горячего асфальтобетона.

Ликвидация колеи глубиной до 25 мм путем частичного или поверхностного фрезерования холодным способом. При наличии гребней выпора повышение ровности может быть выполнено методом холодного фрезерования. Этот метод применяют в тех случаях, когда испытаниями установлено, что нижележащие слои дорожной одежды стабильны. Частичное фрезерование заключается в срезании гребней выпора до дна колеи в целях быстрого исправления поперечной ровности и обеспечения безопасности движения.

Поверхностное фрезерование состоит в срезании слоя износа на всей ширине проезжей части или на ширине полосы движения. Глубина фрезерования должна быть больше глубины колеи на 3-5 мм в целях выравнивания поперечного профиля и удаления выступившего в колее битума. Для обеспечения хорошей поперечной ровности фрезерование должно производиться широкой фрезой (шириной не менее 1800 мм), а разница между уровнем соседних полос фрезерования должна быть не более ±3,0 мм.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Фрезерование ведут по струне, натянутой вдоль оси дороги, или по картограммам. При фрезеровании по струне первый проход фреза проходит вдоль оси дороги. При последующих проходах фреза смещается к обочине, копируя ровность предыдущей полосы. Толщина слоя фрезерования зависит от возможностей фрезы и задачи фрезерования.

На свежую, незаезженную фрезерованную поверхность после удаления остатков фрезерования и проведения подгрунтовки необходимо уложить слой асфальтобетона или произвести двойную поверхностную обработку.

18.5. Методы ликвидации колей с устранением причин колееобразования

Главные принципы ликвидации колеи состоят в следующем:

решение о выборе метода исправления должно быть результатом всестороннего анализа состояния существующей дорожной одежды и земляного полотна и причин образования колеи;

способ ликвидации колеи должен соответствовать степени деформации дорожной одежды и причинам колееобразования;

исправление должно иметь характер усиления, рассчитанного таким образом, чтобы после ремонта не допустить образования колеи или ограничить её образование допустимой величиной в пределах установленного срока службы дорожной одежды;

после ремонтов дорожной одежды и активной зоны земляного полотна не должно оставаться нестабильных слоев, чтобы они не стали главной причиной образования колеи;

нельзя фрезеровать или перерабатывать старые слои из асфальтобетона и других битумно-минеральных смесей не на всю толщину, если результаты испытаний показали, что этот слой нестабилен. Такой слой необходимо заменить или переработать полностью;

технология ликвидации колеи на мостах, путепроводах и эстакадах должна разрабатываться отдельно с учётом особенностей конструкции мостового полотна конкретного объекта.

Методы регенерации старого асфальтобетона при ликвидации колей с устранением причин колееобразования могут быть использованы для устранения причин образования колеи в тех случаях, когда нестабильный слой удаляют на всю глубину, а регенерированному слою придают требуемые свойства. Удаление нестабильного слоя может быть выполнено горячим или холодным

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

способом. Регенерация старого асфальтобетона может быть проведена на месте укладки в покрытии в передвижной установке или на АБЗ, с добавлением вяжущего и пластификатора, щебня или новой смеси для корректировки гранулометрического состава обновленного асфальтобетона с целью стабилизации его физико-механических свойств. Определение вида и количества добавок, необходимых для обеспечения требуемых физико-механических свойств обновленного асфальтобетона, производится на основе тщательного лабораторного анализа характеристик материала старого покрытия и подбора состава и свойств обновленного асфальтобетона.

Горячие методы регенерации и повторного использования материалов слоев старой дорожной одежды нельзя применять в следующих случаях:

когда слой содержит смесь смолы и дёгтя. Такие слои могут быть отфрезерованы только холодным способом, а полученный гранулят может быть использован для обработки битумной эмульсией или цементом;

если слой состоит из литого асфальта. Слои из литого асфальта удаляют только при очень высоких температурах с помощью специального оборудования, приспособленного для такого асфальтобетона. При разогреве слоя литого асфальта происходит выгорание битума. Полученная смесь не пригодна для повторного использования;

если слой неоднородный, с большим числом заплат, которые не были ранее отфрезерованы;

если слой имеет низкую прочность;

слои поверхностной обработки и тонкослойные покрытия на модифицированных битумах;

слои покрытия из битумоминеральных смесей толщиной менее 10 мм на жестком основании из-за возможности появления отраженных трещин;

слои, содержащие избыточное количество вяжущего или пылеватых частиц, что требует большого количества добавок для корректировки смеси. Такие слои следует удалить и перерабатывать для других целей.

Для ликвидации колеи, причиной образования которой являются нестабильные свойства верхнего слоя асфальтобетона, рекомендуется метод ремиксинга (термосмешение) на глубину 4-6 см. Этот метод эффективен при условии достаточной прочности нижележащих слоев. Работы выполняются специальной машиной - ремиксером типа ДЭ-232, ремиксером фирмы «Вирген» и др.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Корректировка гранулометрического состава старой смеси производится добавкой щебня, которая может подаваться в смеситель или рассыпаться непосредственно на старое покрытие перед его нагревом. Предпочтительным является дозирование старой асфальтобетонной смеси, подаваемой в смеситель. Объем добавляемого материала не превышает 25 % общего объема.

Если глубина колеи более 30 мм, необходимо предварительно выполнить частичное фрезерование, срезание гребней выпора и отдельных неровностей, чтобы обеспечить равномерный разогрев поверхности покрытия. Частичное или поверхностное фрезерование необходимо также в случае, когда в колее выступила мастика, а также в тех случаях, когда требуется скорректировать поперечный уклон образовавшейся полосы.

Вместе с устранением колеи, возникшей в верхнем слое покрытия, можно произвести усиление дорожной одежды. Для этого на слой покрытия из скорректированной смеси укладывают дополнительный слой из новой сдвигоустойчивой асфальтобетонной смеси по технологии ремикс-плюс. Все операции по укладке слоя покрытия из корректированной (обновленной смеси) и дополнительного слоя из новой смеси производятся одной машиной за один проход. Таким образом, новая горячая смесь укладывается на горячий слой, что способствует хорошему сцеплению слоев и их омоноличиванию. При отсутствии оборудования, позволяющего реализовать технологию ремикс-плюс, дополнительный слой укладывают обычным способом.

На дорогах III и IV категорий допускается ликвидация колеи с заменой нестабильного слоя только на ширину колей. В этом случае проводят вырезание корыта холодным фрезерованием по каждой колее на всю её ширину, включая боковые гребни выпора на всю глубину слоев асфальтобетона с нестабильными свойствами (частичное фрезерование). Отфрезерованную поверхность высушивают и очищают, после чего укладывают и уплотняют в один или два слоя асфальтобетонную смесь. После этого рекомендуется уложить на всю ширину полосы движения или на всю ширину проезжей части защитный слой из эмульсионно-минеральной смеси или слой поверхностной обработки для обеспечения однородных свойств и внешнего вида покрытия предупреждения образования продольных трещин. Метод применяют при отсутствии ресурсов на замену нестабильных слоев на всю ширину полосы движения как временную меру, поскольку вероятность возникновения продольных трещин сохраняется.

Удаление нестабильных слоев. Ликвидация колей методом удаления (стабилизации) нестабильных слоев и устройство покрытия из сдвигоустойчивого асфальтобетона рекомендуется на дорогах III-IV категорий в тех случаях, когда один или несколько верхних слоев асфальтобетона являются нестабильными. Удаление нестабильных слоев производят холодным фрезерованием на полную толщину. В случае когда нестабильным является только верхний слой покрытия, фрезерование производят на глубину 4-5 см за один проход фрезы. Если

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

нестабильным являются два или более слоя, их удаляют полностью за два или более прохода фрезы по одному следу, чтобы обеспечить однородность гранулята, полученного из каждого слоя. Общая глубина фрезерования может составлять 10-12 см. Полученный гранулят может быть использован как материал для переработки и устройства слоев дорожной одежды на других дорогах или участках дорог горячим или холодным способом.

В случае когда нестабильный слой залегает под стабильным, сначала необходимо снять стабильный слой, а затем нестабильный. Другой вариант состоит в том, что нестабильный слой может быть переработан и стабилизирован на месте методом ремиксинга и оставлен как нижний слой покрытия.

После снятия нестабильных слоев укладывают один или несколько слоев из горячей смеси. Толщина слоев усиления рассчитывается исходя из прочности оставшейся дорожной одежды и интенсивности движения с учётом прогнозируемого накопления остаточной деформации дорожной конструкции.

В верхний слой покрытия рекомендуется укладывать асфальтобетонные смеси типа «А» и «Б», а также щебнемастичные смеси (ЩМА). Гранулометрический состав и физико-механические характеристики верхнего слоя асфальтобетонного покрытия должны быть обоснованы расчетом на устойчивость асфальтобетонного покрытия к образованию колеи. Для повышения сдвигоустойчивости в состав асфальтобетона на модифицированном битуме рекомендуется вводить фибр (армирующие волокнистые наполнители) в количестве 1,5-3,5 % по массе.

Усиление дорожной одежды. В случае когда главной причиной образования колеи является недостаточная прочность дорожной одежды, необходимо её усиление с укладкой одного или двух слоев усиления из асфальтобетона или замена слоев основания.

Для повышения общей прочности дорожной одежды рекомендуется применять армирование сетками, геопластиками, георешётками пространственного типа (рис. 18.6).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

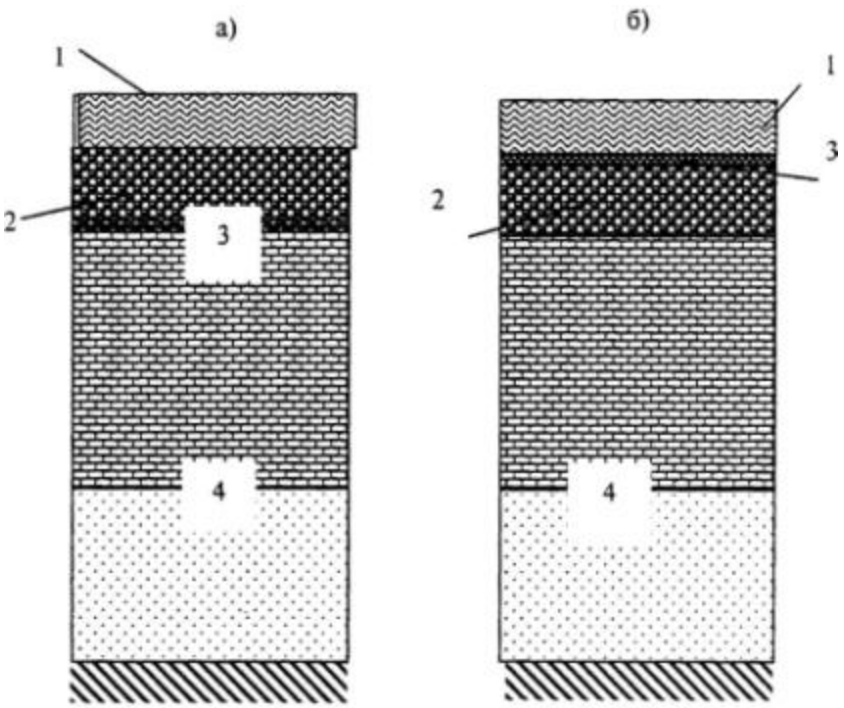


Рис. 18.6. Конструкция дорожной одежды с использованием материала слоев старой дорожной одежды:
1 - слой истирания из горячего асфальтобетона, армированного волокнистым материалом; 2 - слой, полученный горячим методом смешения на дороге машиной ремиксер; 3 - геосетка из базальтового волокна или стекловолокна; 4 - стабильные слои старой дорожной одежды, не подвергнутые фрезерованию

Геосетки укладывают между слоями бетона и асфальтобетона (рис. 18.6, а), или между верхним и нижним слоем покрытия (рис. 18.6, б), или в верхнем слое покрытия. Место укладки сеток зависит от состояния нижележащего слоя, глубины фрезерования и условий эксплуатации. Геосетки могут быть также размещены между слоями регенерации и новым асфальтобетоном, между слоями жёсткого основания и нежёсткими слоями, укладываемыми из смесей, приготовленных в установке или путём ремиксирования на дороге.

Усиление дорожной одежды может быть произведено с использованием материалов слоев существующей дорожной одежды, переработанных на месте способом смешения. В этом случае холодной фрезой фрезеруют покрытие или покрытие вместе с основанием. При этом получают асфальтогранулобетонную смесь. В эту смесь при необходимости добавляют новый скелетный материал и вяжущее, перемешивают, распределяют по нижележащему слою основания и уплотняют. В результате получают асфальтогранулобетон (АГБ). В качестве вяжущего обычно используют катионную битумную эмульсию ЭБК.-3, цемент, вспененный битум или комплексное вяжущее.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

На дорогах I-II категории слои из асфальтогранулированного бетона толщиной от 8 до 30 см могут служить как верхний слой основания на дорогах III-IV категории или могут быть уложены как нижний слой покрытия. В зависимости от интенсивности движения на этот слой укладывают одно- или двухслойное покрытие или устраивают поверхностную обработку (рис. 18.7).

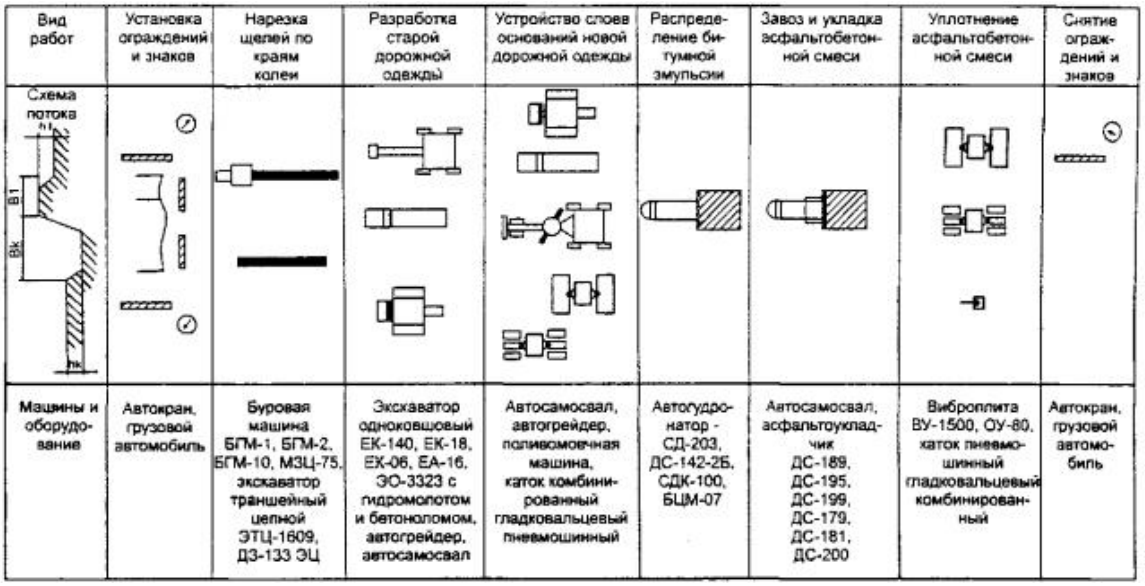


Рис 18.7. Примерная схема производства работ по разрушению дорожной одежды, замене и устройству новой дорожной одежды на местах колеобразования

Наряду со смесями, приготовленными из новых материалов, в качестве основания может быть рекомендован слой, построенный по методу холодного ресайклинга. В слое основания необходимо нарезать швы не реже чем через 10 м. Для предотвращения образования трещин и сдвиговых деформаций в конструкции дорожной одежды рекомендуется:

нарезать швы в асфальтобетонном покрытии;

укладывать геосетку, георешетку или тонкослойное покрытие из специальных смесей, армированных волокнистыми добавками.

Толщина нижнего слоя не должна бать менее 6 см, а толщина слоя износа должна составлять от 1,5 до 3 см в зависимости от свойств смесей.

Укладку верхнего или промежуточного слоя по слою асфальтогранулобетона, содержащего цемент, можно производить через 2-3 суток, а по слою, содержащему эмульсию, после испарения влаги (обычно через 3-4 недели). Движение по слою асфальтогранулобетона открывают при использовании в качестве вяжущего - вспененного битума и сразу же после уплотнения, а при использовании цемента и комплексного вяжущего через 2-3 суток.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для получения дорожной одежды повышенной устойчивости к образованию колеи слой основания может быть построен из пластичного бетона марки 200 или укатываемого бетона В-7.5.

Осушение и стабилизация грунтов земляного полотна. В тех случаях, когда результаты обследования показывают, что причиной образования колеи является накопление остаточных деформаций в активной зоне земляного полотна, необходимо рассмотреть меры по осушению и стабилизации грунтов земляного полотна, в состав которых входят:

совершенствование системы отвода поверхностных и грунтовых вод;

стабилизация грунтов активной зоны и их замена;

полная перестройка участка с изменением рабочей отметки земляного полотна.

Следует иметь в виду, что меры по усилению дорожной одежды без стабилизации грунтов активной зоны земляного полотна не предотвращают образование колеи. Без осушения и стабилизации грунтов активной зоны земляного полотна практически невозможно избежать накопления остаточных деформаций и образования колеи на участках с повышенным увлажнением глинистых, пылеватых и других пучинистых грунтов. Конкретное решение принимается на основании технико-экономического сравнения вариантов усиления грунтов активной зоны земляного полотна.

Для предупреждения переувлажнения грунтов земляного полотна поверхностными водами необходимо в первую очередь прочистить и восстановить работоспособность или устроить вновь сооружения поверхностного водоотвода; укрепить обочины материалами, предотвращающими попадание поверхностных вод в тело насыпи; устроить дополнительные выпуски из боковых канав в сторону границы полосы отвода на участках с малыми или затяжными уклонами; в необходимых случаях устроить испарительные бассейны; укрепить откосы.

Боковые канавы, кюветы и резервы-кюветы должны иметь правильную форму с поперечным уклоном от подошвы насыпи не менее 20 ‰.

В равнинной местности на участках дорог, проходящих по третьему типу местности по условиям увлажнения, если отвод воды от насыпи затруднён, а резервы, выполняющие роль испарительных бассейнов, заболачиваются, следует:

заменить грунты активной зоны земляного полотна на дренирующие;

увеличить высоту насыпи.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

При высоком уровне грунтовых вод для защиты от переувлажнения грунтов земляного полотна необходимо обеспечить очистку и ремонт существующей системы дренажа и отвод грунтовых вод, устроив прикромочный дренаж, дренажные прорези, скважины или фильтры, в том числе с применением прослоек из синтетических рулонных материалов.

18.6. Мероприятия по предупреждению образования колей

Мероприятия по предупреждению образования колей должны быть предусмотрены в проектах строительства новых дорог, реконструкции и ремонта существующих дорог и осуществлены в процессе реализации указанных проектов.

Конечная цель этих мероприятий состоит в том, чтобы предупредить накопление неравномерных остаточных деформаций в активной зоне земляного полотна, предупредить возникновение структурных изменений и остаточных деформаций в слоях основания, предупредить накопление в верхних слоях асфальтобетонного покрытия остаточных пластических деформаций, ограничить износ (истирание) покрытия в полосе наката.

Земляное полотно и дорожная одежда должны быть запроектированы так, чтобы суммарная величина всех остаточных деформаций, образующих колею, за расчетный срок службы дорожной одежды не превышала допустимых значений.

Конструкция земляного полотна и дорожной одежды на каждом характерном участке дороги должна быть проверена расчётом на образование остаточных деформаций и их накопление за срок службы дорожной одежды:

за характерные принимают участки с различными грунтовыми и гидрологическими условиями (прежде всего участки с недостаточным водоотводом);

участки с различной высотой насыпи и глубиной выемки; участки с различной толщиной слоев дорожной одежды или различными характеристиками материалов слоев;

участки с различной интенсивностью и составом движения; сложные участки с изменением скорости движения более чем на 20 % и т.д.

Для предупреждения образования сдвиговых остаточных деформаций активную зону земляного полотна возводят из дренирующих или малопучинистых грунтов и уплотняют в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. Для повышения несущей способности и устойчивости земляного полотна рекомендуются различные методы армирования путём устройства прослоек из синтетических материалов, геотекстиля, геосеток и георешёток, а также методы укрепления грунтов земляного полотна.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Основание дорожных одежд должно быть устроено из материалов повышенной жёсткости и устойчивости к сдвиговым деформациям и структурным изменениям. Предпочтение следует отдавать основаниям из материалов, укреплённых минеральным или комплексным вяжущим. Для повышения прочности и сдвигоустойчивости слоев основания рекомендуются различные методы их армирования и усиления с применением геосеток и георешёток.

На дорогах I-III категорий с большой долей тяжелых грузовых автомобилей рекомендуется устраивать основания из пластичного или укатываемого бетона.

Слои покрытия должны быть устроены из материалов, обладающих высокой прочностью и сдвигоустойчивостью и повышенной устойчивостью к истиранию. Это, как правило, специально подобранные плотные смеси по типу многощебенистых или щебнемастичных асфальтобетонов, эмульсионно-минеральных смесей, смесей, армированных добавками в виде фибр с использованием модифицированного вяжущего, и т.д.

В исключительных случаях для предупреждения образования колеи допускается ограничение движения тяжёлых автомобилей весной, когда остаточные деформации накапливаются в грунте земляного полотна, и в жаркие периоды лета или в отдельные часы дня с высокой температурой воздуха (при температуре верхнего слоя покрытия выше +40°С), когда остаточная деформация накапливается в слоях асфальтобетона.

ГЛАВА 19. Машины и оборудование для содержания и ремонта автомобильных дорог

19.1. Машины для содержания автомобильных дорог в летний период

Поливомоечные машины предназначены для поливки и мойки дорожных покрытий, поливки зелёных насаждений, тушения пожаров, подвоза воды и других специальных видов работ. В зимнее время поливомоечные машины используют в качестве базовых машин для навески плужно-щёточного оборудования снегоочистителей.

Поливомоечная машина состоит из базового шасси (автомобиль, колёсный трактор), ёмкости для воды (цистерны), водяного насоса с автономным приводом или приводом от двигателя базового шасси и сменных рабочих органов - насадок или рампы с форсунками.

По назначению поливомоечные машины разделяют на специализированные поливочные и моечные и универсальные поливомоечные. Поливомоечные машины

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

базируются на автомобильных шасси, а также на грузовых полуприцепах и прицепах. По типу насосной установки поливомоечные машины можно разделить на машины с низким (до 1,0 МПа) и с высоким (более 1,0 МПа) давлением воды.

Поливомоечные машины оборудованы сменными рабочими органами в виде щелевых поливочных и моечных насадок. **Поливочные насадки** обычно устанавливают симметрично относительно продольной оси машины повёрнутыми вверх под углом 15-20° и более к горизонту и разворачивают в стороны на угол 10°.

Моечные насадки обычно устанавливают повёрнутыми вниз под углом 10-12° к горизонту и несимметрично повернутыми вправо относительно продольной оси машины для перемещения смываемых загрязнений с проезжей части дороги в сторону дорожного лотка, откуда загрязнения удаляются с помощью подметально-уборочных машин. Поливомоечные машины снабжают двумя передними или двумя передними и одной боковой моечными насадками; последний вариант позволяет значительно увеличить ширину мойки дорожного покрытия.

Техническая характеристика поливомоечных машин дана в табл. 19.1 и 19.2. Дополнительное оборудование поливомоечных машин включает передний косоустановленный отвал снегоочистителя, цилиндрическую подметальную щётку со стальным или синтетическим ворсом. Некоторые модели поливомоечных машин оборудованы водосгонным косоустановленным ножом, что улучшает качество очистки сильно загрязнённых поверхностей и позволяет уменьшить удельный расход воды. Дополнительным также является оборудование для поливки зеленых насаждений и тушения пожаров.

Таблица 19.1

Поливомоечные машины прицепные к тягачу класса 0,9-2,0

Показатели	ПМ-3	ПО-451	МВТ-3,5
Основной тягач	МТЗ-80/82	МТЗ-80/82	МТЗ-80/82
Число осей	1	1	1
Объём цистерны, $м^3$	3,0	4,5	3,5
Ширина обрабатываемой полосы, м:			

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

при мойке	4,0-6,0	5,0	5,0
при поливке	4,0-6,0	13,0	16,0
Скорость рабочая, км/ч	10	10	10
Скорость транспортная, км/ч	30	30	25
Рабочее давление, МПа	-	1,07	0,3
Снаряжённая масса, кг	-	1380	-
Полная масса, кг	-	5880	-
Длина, мм	-	4700	4500
Ширина, мм	-	2200	2500
Высота, мм	-	2400	2500
Производитель	Амкодор, Минск	ЛМЗ, Людиново	РРМЗ, Ржевск

Таблица 19.2

Зарубежные поливомоечные машины

Показатели	Boschung Pony BSP 2	Haller 5500	Haller 9000	MulJerMUSWU 10.31
Базовое шасси	Спецшасси	Unimong U2450	Mercedes-Benz 1620	Mercedes-Benz 2222

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Колёсная формула	4´2	4´4	4´4	6´4
Двигатель шасси, модель мощность, кВт/л.с.	-	OM352A 124/169	OM366LA 150/204	OM421 159/216
Подача воздуходувки, $м^3$/ч	4000	-	-	-
Объём цистерны, $м^3$	1,45	5,5	-	-
Давление				
при мойке, бар при поливке, бар	8-20 15-40	- -	- -	- -
Ширина обрабатываемой полосы, м:				
при мойке при поливке	1,3-2,2	5,0 20,0	6,0 20,0	6,0 6,0
Радиус поворота, м	-	6,9	8,05	9,95
Скорость рабочая, км/ч	-	1,5-20	5-10	3,6-40
Скорость транспортная, км/ч	-	80	70	70
Полная масса, кг	3800	12500	17000	24000

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Длина, мм	4250	6700	-	-
Ширина, мм	1240	2110	-	-
Высота, мм	2070	2655	-	-
Производитель	Marsel Boschung SA, Германия	Haller, Германия	Haller, Германия	FAUN Eurotec GmbH, Германия

Эксплуатационная производительность поливомоечных машин включает следующие этапы её работы: движение машины к местам заполнения цистерны водой, передвижения к месту работы и выполнение рабочего цикла - мойки или поливки дорог.

Эксплуатационная производительность поливомоечных машин:

при мойке и поливке проезжей части дорог

$$П = \frac{Q \cdot K_з \cdot K_в \cdot 60}{q \cdot \left(\frac{Q \cdot K_з \cdot 60}{q \cdot b \cdot V} + \frac{2l \cdot 60}{V_{тр.ср}} + t_в + t_{п.з} \right)}, \text{ м}^2/\text{ч}$$

(19.1)

при мойке прилотковой полосы

$$П = \frac{Q \cdot K_з \cdot K_и \cdot 60}{\left(\frac{Q \cdot K_з \cdot 60}{q_м \cdot b_м \cdot V_м \cdot K_м} + \frac{2l \cdot 60}{V_{тр.ср}} + t_н + t_{п.з} \right)}, \text{ м}^2/\text{ч}$$

, где (19.2)

Q - вместимость цистерны для воды, л;

$K_з$ - коэффициент заполнения цистерны;

$K_и$ - коэффициент использования машины на линии;

q - плотность или удельный расход воды при мойке или поливке дорог, л/м^2;

q_M - то же, при мойке прилотковой полосы, л/м^2;

b - ширина обрабатываемой полосы при мойке и поливке проезжей части, м;

b_M - то же, прилотковой полосы, м;

V - рабочая скорость машины при мойке и проливке, м/ч;

V_M - скорость машины во время мойки или поливки лотка, м/ч;

K_M - коэффициент маневрирования;

$V_{тр.ср}$ - средняя скорость машины при движении к местам наполнения цистерны и работы, м/ч;

l - расстояние до места наполнения цистерны от места работы, м;

$t_н$ - продолжительность наполнения цистерны, мин;

$t_{п.з}$ - продолжительность подготовки заключительных операций, мин.

Подметально-уборочные машины предназначены для удаления загрязнений с дорожных покрытий, сбора и транспортирования смета.

Вакуумные подметально-уборочные машины представляют собой базовое шасси, на котором установлены рабочие органы: подметальные щетки, системы увлажнения и вакуумного сбора и транспортировки смета, а также бункера для сбора и выгрузки смета. Современные вакуумные машины оборудованы системой регенерации воды. Это позволяет в 3-5 раз увеличить продолжительность работы машины с одной заправкой цистерны и существенно экономить воду.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Подметально-уборочные машины со щёточно-вакуумным удалением мусора обеспечивают высокое качество удаления мусора и имеют хорошие экологические показатели. Техническая характеристика вакуумных подметально-уборочных машин приведена в табл. 19.3, 19.4, 19.5.

Таблица 19.3

Подметально-уборочные машины прицепные к тягачу класса 0,9-1,4

Показатели	МПУ-80	АПВ-4	ПУМА	Чисто гор	ПТПУ-1
Основной тягач	МТЗ-80/82	МТЗ-80	МТЗ-80	МТЗ-80/ 82	МТЗ-80/ 82
Дополнительный двигатель	-	Д-120-25	-	-	-
Мощность, кВт/л.с.	-	20/28	-	-	-
Объем бункера для смета, $м^3$	2,2	3,2	1,8	3.2	3.5
Объём цистерны для увлажнения, $м^3$	1,5	-	1.1	0.9	0,9
Ширина обрабатываемой полосы, м	2,2	1,85	2,58	2.8	3,0
Скорость рабочая, км/ч	10	0,3-10	20	0,3-25	0,3-25
Скорость транспортная, км/ ч	30	25	25	25	25
Диаметр центральной щетки, мм	700	700	700	700	700

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Число лотковых щеток, мм	2	2	2	2	2
Высота разгрузки, мм	-	1650	-	2000-2500	-
Длина, мм	-	4800	-	-	-
Ширина, мм	-	1950		-	-
Высота, мм		2870		-	-
Производитель	КДМ, Смоленск	Кировский завод, С.-П.	КОРМЗ, Кемерово	РАРЗ, Ряжск	РАРЗ, Ряжск

Таблица 19.4

Подметально-уборочные машины на автомобильном шасси

Показатели	КО-316	ПУ-93	ПУМ-1	МДКЛ-1	МКПУ-1	ПУМ-93-1	ПУМ-94-4811	П
Базовое шасси	ЗИЛ-5301БО	ГАЗ-3307	ГАЗ-3307	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362	ЗИЛ
Двигатель	Д-245.12С	ЗМЗ-511,10	ЗМЗ-511,10	ЗИЛ-508,10	ЗИЛ-508,10	ЗИЛ-508,10	ЗИЛ-508,10	ЗИЛ
Мощность, кВт/л.с.	80/109	92/125	92/125	110/150	110/150	110/150	110/150	1
Объём бункера для смета, $м^3$		1,5	1,44		10		3,0	
Объём цистерны для увлажнения, $м^3$	0,4	0,9	1,0	1,0	0,75	0,9	0,9	

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ширина обрабатываемой полосы, м	2,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,9	
Скорость рабочая, км/ч	8-14,5	8-13	8-13	7,5-13,5	7,5-13,5	7,5-13,5	7,5-13,5	7,
Скорость транспортная, км/ч	60	45	50	50	50	50	50	
Техническая производительность, $м^2$/ч	-	46200	46200	-	42000	-	37800	
Число и диаметр центральной щетки, мм	1´580	1	1	1	1	1	1	
Число и диаметр лотковых щёток, мм	2´900	2	2	2	2	2	2	
Масса загружаемого смета, кг	-	1700	1875	-	4700	4100	3000	
Снаряжённая масса, кг	-	4550	5485	-	6345		7900	
Длина, мм	6500	6735	6730	-	7750	7700	7750	
Ширина, мм	2300	2430	2500	-	2500	2500	2500	
Высота, мм	2400	2450	2600	-	2850	2800		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Производитель	Коммаш, Арзамас	Мосдормаш, Москва	Торфмаш, Рязань	ТЗА, Туймазы	РАРЗ, Ряжск	Коммаш, Киев	Мосдормаш, Москва	То

Таблица 19.5

Зарубежные вакуумные подметально-уборочные машины

Показатели	Bucher Cityfant 40	Faun AK471 RH	Kroll Variant AY	Scarab Maxim 7500	Schmidt SC 320	SEMAT A400
Базовое шасси	Mercedes-Benz 914	Mercedes-Benz Atego 1823 K	МАЗ-5337	DAF	Unimog U 1400	Mercedes-Benz 1114K
Колёсная формула	4´2	4´2	4´2	4´2	4´4	4´2
Двигатель	OM366LA	OM366LA	ЯМЗ-236М2	-	OM366A	OM366LA
Мощность, кВт/л.с.	125/170	170/230	132/180	-	114/155	100/136
Дополнительный двигатель	OM364	-	-	-	HATZ	-
Мощность, кВт/ л.с.	50/68	-	-	-	36/49	58/79
Объем бункера для смета, $м^3$	4,3	7,2	7,0	6,5	3,4	5,15

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Объём цистерны для увлажнения, $м^3$	0,8	1,8	1,0	1,3	0,51	1,025
Ширина обрабатываемой полосы, м	2,2	2,8	3,6	3,2	1,9	2,0
Скорость рабочая, км/ч	3,0-15	2-18	0,6-20	3-38	1,5-20	1,51
Скорость транспортная, км/ч	80	80	60	80	80	-
Масса загружаемого смета, кг	-	-	4000-7500	7500	-	-
Снаряжённая масса, кг	6900	9700	-	-	-	-
Полная масса, кг	9500	18000	-	-	10000	11000
Длина, мм	5700	6400	-	5785	5100	-
Ширина, мм	2300	2500	-	2500	2110	-
Высота, мм	2750	3200	-	2980	2800	-
Производитель	Bucher Guyer, Германия	FAUN Kirchhoff	KROLL Spezialfahuzeuge, Германия	Terra-Mobile, Германия	Schmidt Winter-dien-stund	SEMAT, Франция

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

		Grappe, Германия			Kommunaltechnic GmbH, Германия	

Рабочий цикл машины состоит в движении машины к месту заполнения бака водой, месту работы, подметании и, после заполнения бункера смётом, к месту его складирования.

Всю проезжую часть подметают за несколько проходов одной машиной или за один проход колонной машин. При этом активная ширина подметания машины не используется, так как для обеспечения нужного качества работ отдельные полосы перекрываются. Снижение производительности машин учитывается введением коэффициента перекрытия.

Эксплуатационную производительность, м^2/ч, подметально-уборочной машины определяют с помощью следующих выражений:

при подметании прилотковой полосы

$$П = \frac{Q \cdot K_з \cdot \gamma \cdot K_в \cdot 60}{q_c \cdot \left(\frac{Q \cdot K_з \cdot 60}{V_м \cdot b \cdot q_c \cdot K_м} + t_в + n \cdot t_н + t_{п.з} \frac{(l_в + n \cdot l_п) \cdot 2 \cdot 60}{V_{тр.ср}} \right)}, \text{ м}^2/\text{ч} \quad (19.3)$$

при подметании проезжей части улицы

$$П = \frac{Q \cdot K_з \cdot \gamma \cdot K_в \cdot 60}{q_c' \cdot \left(\frac{Q \cdot K_з \cdot \gamma \cdot 60}{V_м' \cdot b \cdot q_c' \cdot K_м} + t_в + n \cdot t_н + t_{п.з} \frac{(l_в + n \cdot l_п) \cdot 2 \cdot 60}{V_{тр.ср}} \right)}, \text{ м}^2/\text{ч} \quad (19.4)$$

, где

Q - вместимость бункера для смета, л;

$K_з$, $K_М$, $K_и$, $K_П$ - коэффициенты заполнения бункера смётом, маневрирования, использования машин на линии, перекрытия обрабатываемой полосы соответственно;

g - плотность смета, кг/л;

q_c - удельная загрязнённость в прилотковой полосе, кг/м^2;

$V'_М$, $V_М$- скорости подметания прилотковой полосы и проезжей части соответственно, м/ч;

b - ширина подметания, м;

$t_в$, $t_{пз}$, $t_н$ - продолжительность операций по выгрузке смета, подготовительно-заключительных операций, при выгрузке смета и наполнения бака для воды соответственно, мин;

n - число циклов наполнения бака водой, приходящееся на 1 цикл заполнения бункера сметой;

$l_п$, $l_в$ - расстояние от маршрута подметания до мест выгрузки смета и наполнения водой соответственно, м;

$V_{тр.ср}$ - средняя транспортная скорость при движении к местам разгрузки смета и наполнения водой, м/ч;

q'_c - средняя удельная загрязнённость проезжей части, кг/м^2.

Коэффициенты:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$K_з = \frac{Q_{см}}{Q};\ K_м = \frac{V_{м.ф}}{V_м};\ K_в = \frac{T_р}{T};\ K_п = \frac{b - b_1}{b},$$ где

(19.5)

$Q_{СМ}$ - объём смета в бункере при его заполнении, л;

$V_{М.Ф}$ - средняя фактическая скорость при подметании прилотковой полосы и маневрировании, м/ч;

$T_р$ - продолжительность подметания и других операций цикла, ч;

T - продолжительность пребывания машины на линии при заполнении бункера смётом и его опорожнении;

b_1 - средняя ширина полосы, перекрываемая при каждом последующем проходе машины, м.

Требуемое количество подметально-уборочных машин определяют по формуле:

для подметания прилотковой полосы:

$$n_м = \frac{L \cdot b \cdot K_{кр}}{П \cdot T_с \cdot K_в};$$

(19.6)

для подметания проезжей части

$$n_м = \frac{F \cdot K_{кр}}{П \cdot T_с \cdot K_в},$$ где

(19.7)

L - протяжённость лотковой полосы, м;

b - ширина подметания, м;

K_{KP} - коэффициент кратности уборки проезжей части и лотков в течение суток;

$K_в$ - коэффициент выпуска машин на линию;

F - размеры убираемой площади, м!;

T_c - продолжительность работы машины в течение суток, ч.

Дорожные ремонтёры и специализированное оборудование. Ремонтёры представляют автомобильное шасси с кузовом, укомплектованным оборудованием для выполнения ремонтных работ малого объёма в основном при ямочном ремонте. Ремонтёры оснащаются дополнительным оборудованием для специальных работ по уходу за дорожными знаками и зелёными насаждениями, окраске обстановки пути и искусственных сооружений (рис 19.1).

Технические характеристики дорожных ремонтёров даны в табл. 19.6.

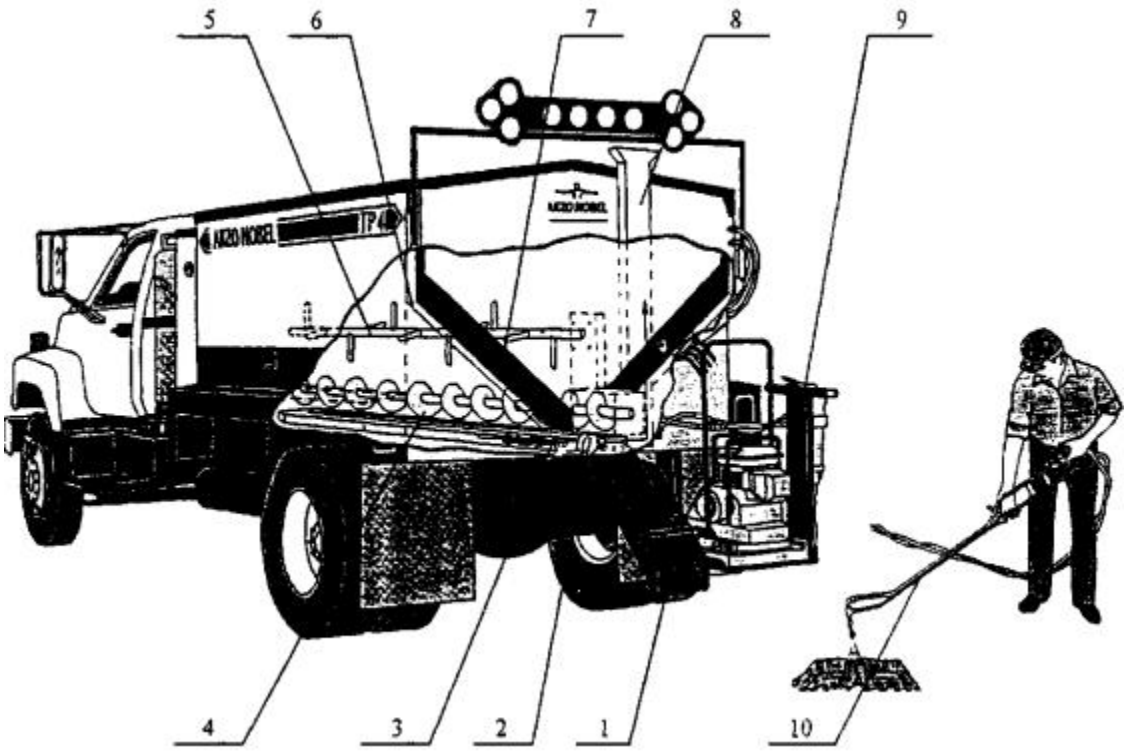


Рис. 19.1. Дорожный ремонтёр для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий (Акзо Нобель):
1 - лоток для подачи асфальтобетонной смеси; 2 - электрический нагреватель; 3 - пропановая горелка; 4 - шнекер для подачи материала к лотку; 5 - мешалка бункера; 6 - бункер с термоизоляцией; 7- система масляного обогрева; 8 - платформа с рабочим инструментом; 9 - подача битумной эмульсии и сжатого воздуха; 10 - система разлива подгрунтовки. подачи сжатого воздуха

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Таблица 19.6

Дорожные ремонтёры для ямочного ремонта покрытий

Показатели	Базовое шасси	Вместимость бункера, $м^3$	Вместимость цистерны, л	Температура нагрева смеси, °С	Масса машины, т	Примечание
БЦМ-24 («Бецема»)	Прицепная	-	200	-	4,5	Ямочный ремонт
ДЭ-21М-03 (Калининград)	ГАЗ-3309	0,7´2	-	До 220	5,6	Ямочный ремонт
Термос-бункер ОРД-1023 («Росдормаш»)	ЗИЛ-433362	2,7	-	До 240	10,9	Ремонт литым асфальтом, исключает операцию уплотнения
ЭД-105.1 А («Росдормаш»)	ЗИЛ-433362 КамАЗ-53213	3,0	600	-	7,6 10,65	Ямочный ремонт
ОРД-1025 («Бецема»)	КамАЗ-55111 ЗИЛ-133Д42	3,8	-	До 240	10,28 9,9	Операция уплотнения исключена

Машина имеет: бункер-термос вместимостью 4 $м^3$ для горячей асфальтобетонной смеси, бак с битумной эмульсией для грунтовки, бункер для отходов, гидромолот, виброплиту и др. Для круглосуточного хранения смеси имеется масляная и электрическая системы обогрева бункера. По аналогичному принципу построены и другие системы дорожных ремонтёров (ДЭ-21М-03, ЭД-105.1А - РФ, Акзо Нобель - США).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Машины для струйно-инъекционной эмульсионной холодной заделки трещин и выбоин имеют оборудование, смонтированное на автошасси или прицепе. Технологические операции: очистка места ремонта, грунтовка, заполнение эмульсионно-щебенистой смесью и её уплотнение и сухая присыпка выполняются одним и тем же рабочим органом машины.

Машина дорожного мастера предназначена для перевозки рабочих бригад, обеспечивающих замену и установку дорожных знаков, мойку и покраску дорожных ограждений, знаков и других элементов дорог, содержание автобусных остановок и площадок отдыха, окашивание травы и резку кустарника, перевозку мусора.

В зависимости от назначения на машинах устанавливаются: бензогенератор, переносной сварочный аппарат, дисковый резак, электропила, краскораспылитель, насос для перекачки воды, дорожные знаки, материалы для ремонта знаков и ограждений, слесарный монтажный и шанцевый инструменты. Техническая характеристика машин дорожного мастера дана в табл. 19.7.

Таблица 19.7

Машины дорожного мастера для вспомогательных и ремонтных работ

Показатели	Марка	Базовое шасси	Грузоподъемность с прицепом, кг	Скорость с прицепом, км/ч	Габариты машины, м	Стандартное оборудование

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

«Росдортех» (Саратов)	РДТ-280	ГАЗ-2705	1200	115	5,95´2,075´2,5	Перевозит 6 чел., инструмент, конусы, ограждения, шаблоны разметки
	РДТ-310	ГАЗ-2705 с прицепом	1200+1150	70	10,1´2,075´2,55	Прицеп Тонар-81101, перевозит 7 чел.
	РДТ-320	ЗИЛ-5301БО	3000	95	7,0´2,21´2,7	Вибротрамбовка, компрессор, асфальторез, водяной насос, сварочный агрегат и др.
Дортранс-сервис-НН	ЗИЛ-5301 ГА ДТС	ЗИЛ-5301ГА	2900	95	3,7´2,2´2,2 (кузов)	Ремонт, установка дорожных знаков, мойка, покраска, окрашивание и др.
	ГАЗ-2763	ГАЗ-2705	1200	115	5,95´2,075´2,8	Комплект оборудования

Производительность машин для заливки трещин. Работа машин на каждом объекте ремонта состоит из последовательно выполняемых подготовительных, основных и завершающих операций. Так как запас материалов для заливки трещин достаточен для обслуживания нескольких объектов, в цикл работ включают также затраты времени на переезды от одного объекта к другому. Поэтому производительность машины определяют с помощью следующих выражений:

при начальном опорожнении ёмкости для битума

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$П = \frac{Q_б \cdot K_з' \cdot K_и \cdot 60}{q_б \cdot \left(\sum t_{п.з} + \sum t_{оч} + \frac{Q_б}{q_н} + \sum t_{зал} + \sum t_{ус.з} + \frac{\sum l_{пер} \times 60}{V_{пер}} + t_{загр} + t_{де} \right)}, \text{ м/ч;}$$

(19.8)

при начальном опорожнении ёмкости для присыпного материала

$$П = \frac{Q_{п.м} \cdot K_з'' \cdot K_и \cdot 60}{q_{п.м} \cdot \left(\sum t_{п.з} + \sum t_{оч} + \sum t_{зас} + \sum t_{ус.з} + \frac{\sum l_{пер} \times 60}{V_{пер}} + t_{загр} + t_{де} \right)}, \text{ м/ч;}$$

(19.9)

где

$Q_б$ - вместимость ёмкости для битума, л;

$K_з', K_з''$ - коэффициенты заполнения соответственно цистерны и ёмкости присыпного материала;

$q_б$ - средний удельный расход битума, л/м;

$\sum t_{п.з}, \sum t_{оч}, \sum t_{зас}, \sum t_{зал}, \sum t_{ус.з}$ - суммарная продолжительность операций в течение всего цикла соответственно подготовительно-заключительных, продувки и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

очистки трещин к заливке, засыпки трещин, заливки трещин при начальном опорожнении емкости присыпных материалов и установки заграждений, мин;

$q_н$ - средняя подача насоса для битума, л/мин;

$\sum l_{пер}$ - сумма расстояний при переездах машины от одного места работы к другому, км;

$V_{пер}$ - средняя скорость машины при переездах от одного места работы к другому, км/ч;

$t_{загр}$, $t_{дв}$ - продолжительность соответственно загрузки цистерны и кузова, движения от места загрузки машины к месту работы и обратно, мин;

$Q_{п.м}$ - вместимость ёмкости для присыпного материала, л;

$q_{п.м}$ - средний удельный расход присыпного материала, л/м.

При определении потребного числа n_M машин для заливки трещин используются статистические данные, характеризующие наиболее вероятную среднюю протяжённость трещин для конкретного объекта:

$$n_M = \frac{F \cdot K_T}{П \cdot T_c \cdot T_\Sigma \cdot K_в},$$ где

(19.10)

F - обслуживаемая площадь, м^2;

K_T - коэффициент перехода от площади к протяжённости на ней трещин;

T_c - продолжительность работы машины в течение суток, ч;

T_S - число рабочих дней за сезон;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$К_в$ - коэффициент выпуска машин на линию.

В группу машин для **восстановления асфальтобетонных покрытий** входят разогреватели ремонтеры. По типу нагревателя машины разделяют на жидкотопливные, газотопливные и электрические. Рассматриваемые машины могут быть ручными, прицепными и самоходными. Разогреватели асфальтобетонных покрытий с устройствами инфракрасного излучения монтируют на базе автомобилей, колесных тракторов и специальных шасси.

Разогреватели с электрическими нагревателями более долговечны, менее чувствительны к воздействиям ветра и отрицательной температуры окружающего воздуха. В качестве электрических нагревателей применяют кварцевые инфракрасные излучатели и трубчатые металлические типа ТЭН. Эти нагреватели обладают рассеянным излучением, поэтому для создания направленного лучистого потока их помещают в рефлектирующее устройство. При текущем ремонте асфальтобетонных покрытий дорог используют асфальторазогреватели инфракрасного излучения с газовыми излучателями.

Производительность асфальторазогревателя с горелками инфракрасного излучения

$$П = \frac{S_б \cdot К_{и.п} \cdot К_и \cdot 60}{t_{п.з} + \frac{S_б}{b_б \cdot V_р} + t_{ман} + \frac{60 \cdot l_{ср}}{V_{тр.ср}} + t_{у.з}}, \text{ м}^2/\text{ч} \quad \text{(19.11)}$$

, где

$S_б$ - площадь блока горелок или карты, м^2;

$t_{п.з}$ - продолжительность подготовительно-заключительных операций, мин;

$К_{и.п}$, $К_и$ - коэффициенты соответственно использования нагреваемой площади и использования машины на линии;

$В_б$ - ширина блока горелок, м;

$V_р$ - рабочая скорость асфальторазогревателя с горелками инфракрасного излучения, м/мин;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$t_{ман}$ - продолжительность маневрирования машины при установке зонта или блока над ремонтируемым объектом, мин;

$l_{ср}$ - среднее расстояние между объектами ремонта, км;

$V_{тр.ср}$ - средняя транспортная скорость, км/ч;

$t_{ус.з}$ - продолжительность установки заграждений и их снятия, мин.

Эти выражения используют в том случае, если значения $S_б$, $V_р$, $t_{ман}$, $l_{ср}$ могут быть признаны постоянными. При значительных отклонениях этих значений производительность определяется для 1 ч или одной смены работы с расчетом суммы переменных величин в течение этого периода: $t_{п.з}$, $t_{ман}$, $l_{ср}$.

Укладка асфальтобетонной смеси на небольших участках осуществляется раскладчиками различного типа. В качестве базового шасси раскладчика используют автопогрузчик, на рычажной системе которого монтируется раскладочное устройство.

Рабочими органами управляют из кабины водителя. Производительность асфальтораскладчика - до 600 м^2/ч, транспортная скорость - 20-25 км/ч.

Машины для содержания зелёных насаждений. Содержание зелёных насаждений включает три основных вида работ: выращивание посадочного материала, создание новых и восстановление старых (ремонт) озеленённых массивов и уход за насаждениями. Технологические операции, относящиеся к работам первых двух групп, механизируются машинами сельского или лесного хозяйства и строительства. Виды технических средств для содержания зелёных насаждений приведены в табл. 19.8.

Таблица 19.8

Технологические операции	Энергоблок	Рабочий орган	Ширина полосы захвата, м	Масса машины, кг	Производительно эксплуатационн
Кошение регулярно подстригаемых газонных полей и газонов площадью более 3000 м^2 с	Минитрактор-газонокосилка	Комплект плоско-вращательных ножей	1,2-1,4	До 300	1000 м^2/ч

включениями древесно-кустарниковой растительности					
Кошение регулярно подстригаемых газонов площадью до 3000 $м^2$ с включениями деревьев, кустарников, садовых дорожек, площадок и цветников	Мотоблок-газонокосилка	Плосковращательный нож	0,8	До 150	1200 $м^2$/ч
Кошение переросших газонов с нежелательной травяной растительностью	Мотоблок-травокосилка	Режущий аппарат типа «косилка»	1,0	До 150	1350 $м^2$/ч
Кошение газонов площадью менее 500 $м^2$ вблизи строений с большим числом включений на площадях с нежелательной растительностью, в том числе древесно-кустарниковой	Бензодвигатель-триммер	Пильный диск или нитяной ротор	0,2-0,3	До 8	200-800 $м^2$/ч
Удаление поросли и мертвых древесно-кустарниковых растений. Срезание кустарников «на пень»	Мотопила	Пильная цепь	0,4	До 6	50 $м^2$/ч

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Санитарная и декоративная обрезка деревьев	Высоторез с бензиновым двигателем		Длина штанги до 6 м, захват до 0,3 м	До 8	6-9 деревьев/ча
Декоративная обрезка кустарников и кустарниковых изгородей	Мотокусторез	Многоножевой секатор	0,7	До 4,5	130 м^2/ч
Измельчение порубочных остатков	Минитрактор с навесным оборудованием	Многоножевой ротор	Диаметр деревьев до 0,08 м	До 200 (без трактора)	5-8 м^2/ч
Удаление пней	Минитрактор с навесным оборудованием	Фреза-измельчитель	Диаметр пней до 0,5 м	До 300 (без трактора)	6-8 шт./ч
Полив газонов, выборочный посев семян газонных трав, подкормка газонов жидкими минеральными удобрениями	Минитрактор с прицепной гидросеялкой	Насос высокого давления. Брандспойт	До 40	До 300 (без трактора)	До 5000 м^2/ч
Полив деревьев и кустарников. Подкормка деревьев и кустарников жидкими минеральными удобрениями	Минитрактор с прицепной цистерной	Гидропоршневой нагнетатель. Инъектор	Глубина внесения жидкости 0,4 м. Давление 2,5 МПа	250 кг (без трактора и цистерны)	12-15 деревьев/ч
Обработка древесно-кустарниковых	Минитрактор с прицепным опрыскивателем	Насос высокого давления, брандспойт с насадками	Дальность выброса струи 20 м	До 600 кг (без трактора)	До 40 деревьев/ высотой до 10

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

растений жидкими ядохимикатами					
Обработка газонов жидкими ядохимикатами	Ранцевый опрыскиватель с бензиновым двигателем	Центробежный вентилятор низкого давления	Дальность выброса струи 8-10 м	10 (без ядохимикатов)	До 2000 $м^2$/ч
Очистка газона, садовых дорожек и площадок от мелкого мусора	Мотоблок с навесным газоноочистителем	Центробежный вентилятор низкого давления	До 7,0	80-100	3000 $м^2$/ч
Очистка газонов, дорожек и площадок от опавшей листвы	Мотоблок с пневмогазоноочистителем	Навесной вентилятор	5	80-100	10000-12000 $м^2$
Прикатывание поверхностей дорожек и площадок, не имеющих усовершенствованного покрытия	Минитрактор с прицепным катком	Прицепной наливной или насыпной каток	1,2	600-800 (без трактора)	1200 $м^2$/ч

19.2. Машины для зимнего содержания дорог и комбинированные машины

Плужные снегоочистители предназначены для очистки дорог и аэродромов от свежевыпавшего и слежавшегося снега. Плужный снегоочиститель состоит из базового автомобиля или тягача и системы снегоочистительных плугов - рабочего и боковых. Плужные снегоочистители, сдвигающие снег по ширине захвата в виде снежного вала, используют при расчистке дорог после снегопада.

Для патрульной очистки дорог во время снегопада от свежевыпавшего снега применяют **плужно-щёточные снегоочистители**, оборудованные помимо переднего отвала цилиндрической щёткой, установленной под углом 60° к направлению движения машины для зачистки слоя снега толщиной 1-2 см после прохода отвала, а также скоростные плужные снегоочистители, отбрасывающие снег на расстояние до 10-15 м (рис. 19.2).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

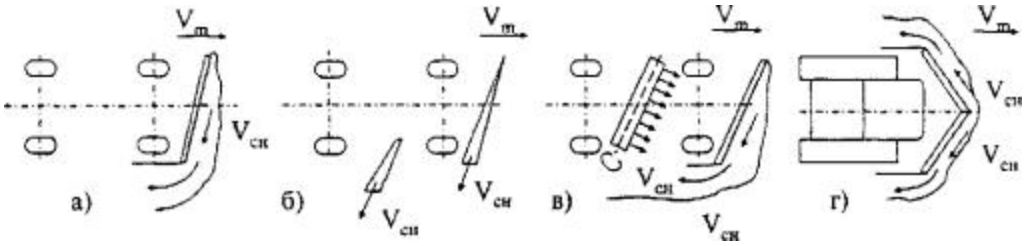


Рис. 19.2. Схемы плужных снегоочистителей:
а - одноотвальный на автомобиле или колёсном тракторе; б - одноотвальный скоростной с дополнительным открылком; в - плужно-щёточный; г - двухотвальный тракторный

Плужные снегоочистители сдвигающего действия базируются на гусеничных и колёсных тракторах и тягачах, автомобилях и автогрейдерах и обеспечивают разработку снега толщиной 0,3-0,4 м со скоростью до 2-3 м/с в колёсном варианте и толщиной до 1-1,5 м со скоростью до 1 м/с в гусеничном варианте.

Плужно-щёточные снегоочистители в основном базируются на колесных тракторах, автогрейдерах и автомобилях и разрабатывают свежевыпавший снег толщиной 0,2-0,4 м со скоростью 2,5-5,5 м/с. Скоростные плужные снегоочистители базируются на автомобилях и разрабатывают свежевыпавший снег толщиной 0,2-0,4 м со скоростью более 7 м/с. Техническая характеристика плужных снегоочистителей для патрульных работ дана в табл. 19.9, плужно-щёточных - в табл. 19.10.

Таблица 19.9

Плужные снегоочистители для скоростного патрулирования дорог и распределения реагентов

Показатели	Тройка-2000	ЭД-405А	ДМК-10	ЗМ-14	КМ-500	Schmidt SAB 60-TLWN
Базовое шасси	Урал-55571-30	КамАЗ-55111	КрАЗ-6510	Урал-5557-31	КамАЗ-53213	МАЗ-53213
Двигатель	ЯМЗ-238М2	КамАЗ-740.13	ЯМЗ-238М2	ЯМЗ-238М2	КамАЗ-740.13	ЯМЗ-238Д
Мощность, кВт/л.с.	176/240	191/260	176/240	176/240	191/260	243/330

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ширина рабочей зоны, м:						
скоростного отвала	2,95	3,2	2,7	2,8	-	2,9
бокового отвала.	2,2	-	2,2	-	-	2,53
среднего ножа,	-	2,7	2,45-2,9	-	-	-
при снегоочистке	5,1	2,47-3,0	-	2,8	4,5	-
при посыпке	2.85	4,0-16,0	2,4	-	2,0-8,0	2,0-10,0
Дальность отбрасывания, м	5-20			15	10-20	5-320
Плотность посыпки песком. г/мг	20-400	10-500	125-400	-		
Снаряженная масса, кг				11600		24700
Скорость рабочая, км/ч	50	40	50	60	60	60
Длина, мм				11800		7700

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ширина, мм				3100		2500
Высота, мм				2700		3200
Производитель	Евразия	КДМ, Смоленск	КОРМЗ, Кемерово	ЧЗДМ им. Колюшенко	Мотовилихинские заводы	Schmidt Gmbh, Германия

Таблица 19.10

Плужно-щёточные снегоочистители на тракторном шасси класса 1,4-2,0

Показатели	СНН	КО-718	Беларус 320МК	УМТ-80/82	МТЗ-82МК-01	МУП-351	Борэкс-1261	Т-30-КО	УМ-70	К
Базовое шасси	МТЗ-82					МТЗ-82	Т-30А-80	ВТЗ-2032А	ЗТМ-60Л	ЛТ
Колёсная формула	4´4	4´2/4´4	4´4	4´4	4´4	4´4	4´4	4´4	4´2	
Двигатель	Д-243	Д-120	LDW 1503	Д-243	Д-243	Д-243	Д-120	Д-120	Д-65Н	Д-
Мощность, кВт/ л.с.	59,6/81	23/31	24,6/ 33,5	59,6/ 81	59,6/81	59,6/81	23/31	23/31	46/62	4
Ширина обрабатываемой полосы, м:										
отвалом	2,1	1,5	1,56	2,16	2,5	2,1	2,0	1,86		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

щеткой	1,5	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	2,0	1,5	1,8	
Ширина отвала, м	2,5	1,7	1,8	2,5	2,8		2,3	1,86	2,5	
Скорость рабочая, км/ч					3,33-12	1,89	1,5	1,53		
Скорость транспортная, км/ч	25	25		25	6,94-25	33,4	23,5	23,86	24,5	
Снаряженная масса, кг	4175		1800	4260	5080	5460	2700	2440	5000	
Длина, мм	5900	5700	4500	6500	6155 (6555)	7415	3600	3476	7000	
Ширина, мм	2500	1900	1800	2500	2500	2200	1472	1662	2500	
Высота, мм	2470	2600	2320	2940	2940	2920	2570	2542	3800	
Производитель	Амкодор, Минск	Коммаш, Арзамас	МТЗ, Минск	МТЗ, Минск	Амкодор, Минск	МТЗ, Минск	Борэкс	ВТЗ, Владимир	ЗТМ, Омск	Л

По типу рабочего органа плужно-щёточные и скоростные снегоочистители бывают одноотвальные, а снегоочистители сдвигающего действия - как одноотвальные, так и с двумя симметрично установленными передними отвалами. Отвалы снегоочистителей могут иметь жёсткое крепление или возможность изменения утла установки в плане - с определённым шагом с помощью жёстких фиксаторов или бесступенчато с помощью гидроцилиндров управления. В качестве дополнительного оборудования применяют дополнительные боковые открылки, увеличивающие ширину захвата снегоочистителя, опорные устройства в виде стальной лыжи или опорных колёс, позволяющих отвалу копировать рельеф дороги при плавающем положении гидроцилиндров подъёма, механизм изменения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

углов резания и наклона отвала и вертикальной плоскости в соответствии с изменением прочности и плотности снега.

Отвалы снегоочистителей обеспечиваются предохранительными системами, предотвращающими поломку снегоочистительного оборудования.

Предохранительное устройство, уменьшающее динамическую нагрузку на рабочее оборудование снегоочистителя при наезде отвалом на непреодолимое препятствие (бордюрный камень, крышку канализационного люка и др.), показано на рис. 19.3. При наезде на маловыступающие препятствия срабатывают ножи из полосовой износостойкой резины или комбинированные. При встрече с препятствием секции приподнимаются и подворачиваются. В исходное положение секция возвращается под действием прижимной пружины.

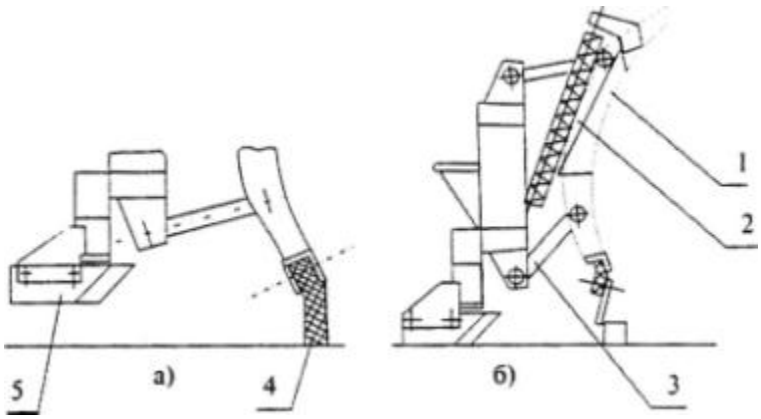


Рис. 19.3. Ножевое оборудование отвалов, предотвращающее поломку при наезде на препятствие:
а - ножи из износостойкой резиновой полосы; б - отвал с подвижными секциями:
1 - секция отвала; 2 - возвратная пружина; 3 - соединительное звено; 4 - резиновая полоса; 5 - опорная лыжа

Роторные снегоочистители предназначены для очистки дорог и аэродромов от снега путём роторного разгона и перемещения по баллистической траектории за пределы очищаемой поверхности или через направляющий аппарат в кузов транспортного средства. Главным параметром роторных снегоочистителей является производительность, по которой их разделяют на лёгкие (производительность до 200 т/ч), средние (до 1000 т/ч) и тяжёлые (более 1000 т/ч); средняя ширина захвата роторных снегоочистителей 2,5-3,2 м; толщина разрабатываемого снежного покрова до 1,2-2 м; дальность отбрасывания снега дорожных снегоочистителей 18-20 м, аэродромных до 50-60 м; рабочая скорость снегоочистителей 0,3-5 км/ч.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Роторный снегоочиститель представляет собой базовую машину, на которой установлены рабочие органы для захвата и отбрасывания снега и системы привода рабочих органов. Схемы основных рабочих органов приведены на рис. 19.4.

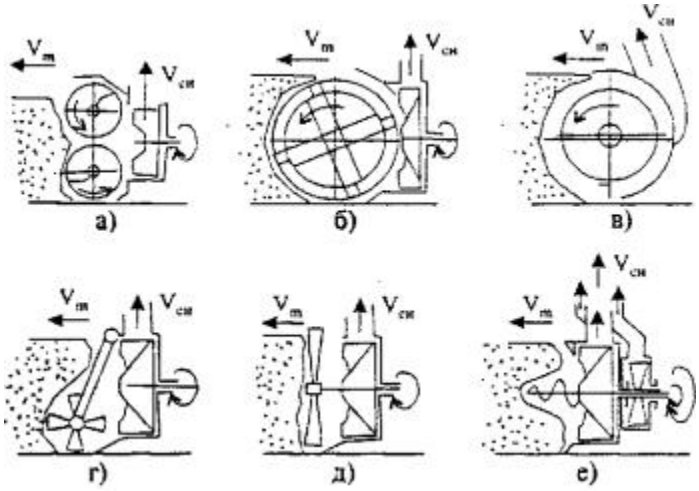


Рис. 19.4. Рабочие органы роторных снегоочистителей:
а - шнекороторный; б - с ленточной фрезой; в - с барабанной фрезой; г - рыхлящим валом; д - с пропеллером; е - с выступающим шнеком и газоструйной интенсификацией отбрасывания снега

При разработке снега малой плотности применяют **плужно-роторные снегоочистители** с роторно-лопастным метателем, расположенным соосно направлению движения машины, и одним несимметричным относительно продольной оси машины или двумя симметричными отвалами. Такую же область применения имеют роторно-торцовые снегоочистители совмещённого действия, которые разрабатывают снежные забои непосредственно торцами лопастных роторов, выбрасывающих затем снег в сторону от направления движения машины. Роторно-торцовые снегоочистители бывают однороторные, обычно монтируемые на малогабаритных шасси для уборки тротуаров, и двухроторные, у которых оси вращения лопастных роторов параллельны оси движения машины.

Для разработки снега средней плотности $r_{сн}$ = 200-300 кг/м^3 применяют **шнеко-роторные снегоочистители** с двумя и более шнековыми питателями, расположенными в вертикальной плоскости, параллельной оси движения машины. Шнеки транспортируют снег к середине рабочего органа и забрасывают его в расположенный с тыльной стороны роторно-лопастной метатель. Шнеки питателя могут быть установлены как горизонтально, так и под утлом к поверхности дороги. Снег большой плотности $r_{сн}$ > 300 кг/м^3 целесообразно разрабатывать фрезерно-роторными снегоочистителями или фрезерными совмещенного действия, у которых достаточно высокая окружная скорость фрезы обеспечивает одновременно выброс снега через направляющий патрубок в заданном направлении без использования отдельного лопастного ротора.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Фрезерный питатель выполнен в виде трёх- или четырёхзаходной фрезы ленточного или барабанного типа, когда винтовые лопасти фрезы жестко закреплены на барабане. Техническая характеристика шнеко-роторных и фрезерно-роторных снегоочистителей приведена в табл. 19.11 и 19.12.

Таблица 19.11

Шнекороторные и шнековые снегоочистители (снегопогрузчики)

Показатели	ФРС-200М	ТМ-3-02	ДЭ-220А	ДЭ-210Б-1А	ДЭ-210Б-3М	ДЭ-226	КО-605М	КО-6
Базовое шасси	МТЗ/82	Амкодор-34	ДТ-75Н-ХС4	ЗИЛ-131Н	ЗИЛ-433422	Урал-4320-10	Урал-4320	Урал-
Двигатель	Д-243	Д-242	СМД-18Н	ЯМЗ-238БЕ	ЯМЗ-238М2	1Д-12БМС	ЯМЗ-238Б	КамАЗ-
Мощность, кВт/л.с.	59,6/81	45,6/60	70/95	184/250	176/240	290/394	220/300	176/
Производительность, т/ч	200	200-230	400	1216	1000	1500	1400	14
Ширина рабочей зоны, мм	2000	2400	2530	2560	2560	2810	2700	27
Диаметр шнеков, мм				530	530			
Диаметр ротора, мм	660	-		1020	1020			
Высота погрузки, м	2,5-3,0	3,5	-	-	-	-	-	-

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Высота убираемого слоя снега, мм	1090	250-350	1300	1300	1300	1600	1300	13
Дальность отбрасывания, м	20-25	-	15	33	25	30	30	3
Масса рабочего органа, кг	900			1200	1200			
Снаряжённая масса, кг	4800	7500	10200	10697	11200	15150	13800	138
Скорость рабочая, км/ч	0,75	0,3-3,5	0,33-4,88	0,5-7,84	0,5-7,84	0,33-6,74	0,51-6,92	0,51-
Скорость транспортная, км/ч	20	4-24	11,8	41	41	52	45	5
Длина, мм	5400	9925	6550	8650	9250	10050	9700	97
Ширина, мм	2020	2590	2590	2590	2590	2810	2780	27
Высота, мм	3620	3685	2970	2950	3250	3000	3100	31
Производитель	Амкодор, Минск	Ударник, Минск	Севдормаш	Севдормаш	Севдормаш	Амкодор, Минск	Севдормаш	Севдо

Таблица 19.12

Фрезерно-роторные снегоочистители (погрузчики) на тягачах класса 0,6-4

Показатели	СНФ-200	СНТ-2500	КО-718	УМ-75	ФР-180	КО-721	КО-207-2	КО-816-1	МДК

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Базовое шасси	МТЗ-82	МТЗ-82	Т-25А	ЗТМ-60Л	К-20ВМ	МТЗ-82	МТЗ-82	КамАЗ-4310	МТ
Двигатель	Д-243	Д-243	Д-120-25	Д-65Н	Д-65Н	Д-243	Д-243	ЯМЗ-7511	Д-2
Мощность, кВт/л.с.	59,6/81	59,6	20/27	46/62	46/62	59,6/81	59,6/81	294/400	59,6
Производительность, т/ч	200	150-200		150	180	500	350	2100	5
Ширина рабочей зоны, мм	1400	2500	1500	1900	2000	1800	2400	2900	20
Диаметр фрезы, мм	820				800		800		
Диаметр ротора, мм	660				650				
Высота погрузки, м	2,5-3,0	-	-	-	3,6	3,0	3,4	-	-
Высота убираемого слоя снега, мм	1100	250-350	300	500	1000	1100	500		50
Дальность отбрасывания, м	20-25	20-25	2-10	10	25	20	16	40	1
Масса рабочего органа, кг	900	490			2000				
Снаряжённая масса, кг	4800	4400		4080		4850	5100	1300	

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Скорость рабочая, км/ч	0,75	5,0-20		2,1-11,1		0,75-1,26	0,75	0,2-40,0	0,75
Скорость транспортная, км/ч	20	20		24,5		30	20	50	3(
Длина, мм	5100	5700		4860	1780	5200	5200	9500	
Ширина, мм	2000	2020	1900	1884	2100	2050	2500	2900	
Высота, мм	3080	2500	2600	2730	2875	3750	3500	3250	
Производитель	Амкодор, Минск	Амкодор, СДДТ	Коммаш, Арзамас	Омск-трансмаш	Кировский завод	Севдормаш	Севдормаш	Севдормаш	ТЗ Туйм

В качестве дополнительного оборудования роторных снегоочистителей применяют направляющий аппарат выброса снега для погрузки его в транспортные средства, регуляторы окружных скоростей питателя и метательного аппарата, устройства для обрушения верхнего свода забоя при большой толщине снежного покрова.

Снегопогрузчики и универсальные погрузчики предназначены для погрузки в транспортные средства снега из валов и куч, погрузки технологических материалов в распределители, приготовления технологических материалов и т.п.

Снегопогрузчики и универсальные погрузчики состоят из двух основных исполнительных органов - питателя, предназначенного для отделения от основного массива некоторых объёмов погружаемого материала и перемещения их на второй орган - конвейер, транспортирующий материал в загружаемый автомобиль.

Наиболее распространены снегопогрузчики, снабженные питателем (лапового типа и скребковым), и цепным конвейером. Лаповый питатель машины расположен на внешней поверхности лопаты и совершает колебательные движения с частотой около одного колебания в минуту.

Снегопогрузчики и универсальные погрузчики являются машинами непрерывного действия; монтируют их на шасси автомобилей, конструкцию которых дорабатывают для установки специального оборудования, или на специальные шасси с использованием унифицированных агрегатов и узлов

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

автомобилей. Универсальные погрузчики монтируют также на колёсных тракторах. В специальное оборудование снегопогрузчиков входят питатель, конвейер и механизмы привода рабочих органов.

Погрузка снега в транспортные средства может быть осуществлена фрезерными, фрезерно-роторными и, реже, шнекороторными снегоочистителями. В этом случае над ротором или над карманами фрезы, отбрасывающими снег, устанавливают направляющий аппарат в виде поворотного патрубка. Снег по патрубку направляется в транспортное средство.

Техническая характеристика лаповых снегопогрузчиков дана в табл. 19.13.

Таблица 19.13

Лаповые снегопогрузчики

Показатели	КО-206А	ТМ-3-01
Базовое шасси	Спецшасси	Амкодор-34
Двигатель	Д-242Л	Д-242
Мощность, кВт/л.с.	45,6/62	45,6/62
Производительность, т/ч	155	230-300
Ширина рабочей зоны, мм	2600	2400
Угол поворота транспортера, °		±60
Вылет стрелы транспортера, мм	3800	
Высота погрузки, мм	3800	3500
Высота убираемого слоя снега, мм	1100	

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Снаряженная масса, кг	6000	7600
Скорость рабочая, км/ч	0,18-0,25	0,3-3,5
Скорость транспортная, км/ч	30	4-16
Длина, мм	9900	9925
Ширина, мм	2800	2590
Высота, мм	3300	3685
Производитель	УАМЗ, Новоуральск	Ударник, Минск

Производительность снегоочистительных машин. Рабочий цикл снегоочистителей состоит в воздействии рабочими органами на снег и перемещении его в сторону. В связи с тем что состояние снега, его прочность и месторасположение на дорожном покрытии изменяются, машины работают с различной рабочей скоростью и очищают полосу разной ширины за один проход машины.

Производительность:

снегоочистителя и скалывателя-рыхлителя

$П = b \cdot V_м \cdot К_П \cdot К_и$, м^2/ч;
(19.12)

плужно-щёточного снегоочистителя при сгребании снега

$П = b_1 \cdot V'_м \cdot К_П \cdot К_и$, м^2/ч, где
(19.13)

b - ширина подметания или полосы, очищаемой скалывателем, м;

$V_м$ - скорость подметания и сгребания или скалывания, м/ч;

b_1 - ширина сгребания, м;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$V'_м$ - скорость сгребания, м/ч.

При отбрасывании снега в сторону производительность роторных снегоочистителей

$П = b \cdot V_м \cdot h_{ср} \cdot K_и \cdot g_{сн}$, м/ч, где
(19.14)

$h_{ср}$ - средняя высота вала снега, м;

$g_{сн}$ - плотность снега, т/м^3.

Требуемое количество плужно-щёточных снегоочистителей определяют по формуле:

$$n_м = \frac{F \cdot K_о}{П \cdot T_э \cdot K},$$ где
(19.15)

$K_о$ - коэффициент, характеризующий степень охвата площади F данным видом уборки;

$T_э$ - продолжительность одного этапа работы машины, ч;

для ликвидации скользкости

$$n_м = \frac{F \cdot K_о}{П \cdot T_в \cdot K},$$
(19.16)

$T_в$ - установленный соответствующими документами период, в течение которого площадь F должна быть обработана, ч.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Роторные снегоочистители и снегопогрузчики. При использовании для отбрасывания или укладки снега

$$n_M = \frac{F \cdot h_{cp} \cdot \gamma}{\Pi \cdot T_\Sigma \cdot T_c \cdot K_в}, \text{ где}$$

(19.17)

h_{cp} - средняя высота вала или слоя снега, подлежащего уборке, м;

g - плотность снега, подлежащего уборке, т/м^3;

для погрузки снега

$$n_M = \frac{F \cdot h_{cp} \cdot \gamma \cdot K}{\Pi \cdot T_\Sigma \cdot T_c \cdot K_в}, \text{ где}$$

(19.18)

K - коэффициент, учитывающий объём снега, поступающий с дополнительных площадей (дворов, крыш зданий и т.п.).

Распределители технологических материалов предназначены для распределения по поверхности дорожного покрытия во время борьбы с гололёдом и скользкостью технологических материалов - пескосоляной смеси или специальных реагентов.

Распределительное оборудование является навесным и входит в качестве сменного для комбинированных дорожных машин. Распределители материалов подразделяются на две основные группы: для распределения сыпучих материалов и жидких реагентов. Оборудование для распределения сыпучих материалов на машине МКДС-1 на шасси ЗИЛ-433662 показано на рис. 19.5.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

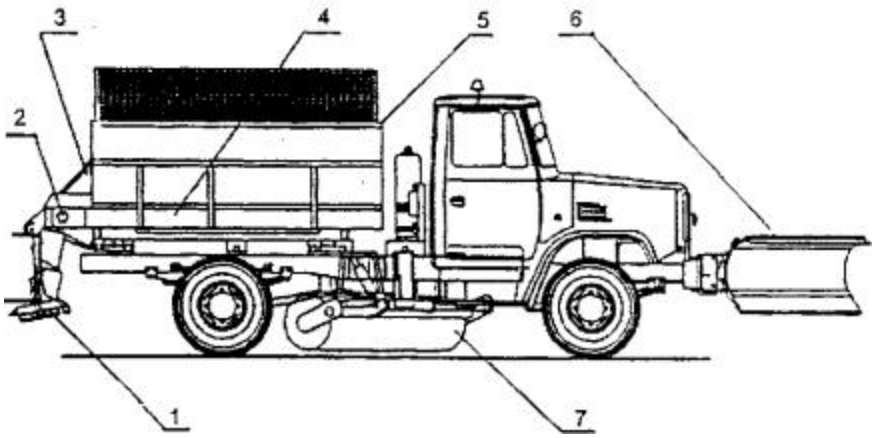


Рис. 19.5. Распределитель сыпучих антигололёдных технологических материалов машины МКДС-1:
1 - разбрасывающий (распределительный) диск; 2 - редуктор привода транспортёра; 3 - бункер; 4 - скребковый транспортер; 5 - кузов; 6 - отвал; 7 - щётка

В кузове с наклонными боковыми стенками размещены материалы, которые с помощью транспортера, двигающегося по дну кузова, подаются в заднюю часть кузова и через разгрузочное окно под действием силы тяжести поступают на горизонтально вращающийся диск, осуществляющий распределение материала. Оборудование включает гидросистему и механизмы привода.

Гидравлическая система машины состоит из двух самостоятельных систем: первой - для привода распределяющего оборудования, т.е. привода транспортёра и разбрасывающего диска, второй - только для подъёма в транспортное и опускания в рабочее положение плуга и щётки.

Система автоматики комбинированной дорожной машины обеспечивает управление следующими операциями: разбрасывание технологических материалов в автоматическом режиме, управление транспортёром и разбрасывающим диском в ручном режиме, управление плугом (подъем/опускание), управление щеткой (подъём/опускание, вращение), управление мойкой и поливом дорог (поворот гребёнки, поливка).

Основным назначением системы является обеспечение равномерного распределения технологической смеси в автоматическом режиме независимо от скорости движения автомобиля. Водитель задаёт ширину посыпки в метрах (от 4 до 12) и плотность посыпки в г/м^2 (от 10 до 300), а система автоматики по программе вычисляет необходимую скорость вращения гидромоторов привода вала конвейера и разбрасывающего диска (с учётом измеренной скорости автомобиля). В процессе работы постоянно выполняется измерение реальных скоростей вращения вала конвейера и диска, и, при необходимости, эти скорости корректируются в большую или меньшую стороны. Датчик фиксирует наличие

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

материала в кузове, автоматически отключает работу при опорожнении кузова. Остальные рабочие органы управляются в ручном режиме.

Оборудование для распределения жидких реагентов на машине МКДС-4005 показано на рис. 19.6.

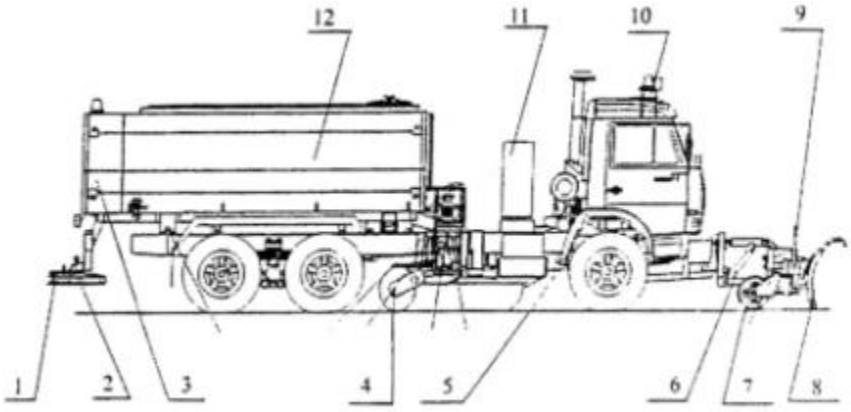


Рис. 19.6. Оборудование для распределения жидких реагентов машины МКДС-4005:
1 - распределительный диск для жидких реагентов; 2 - датчик частоты вращения диска; 3 - задний отсек цистерны; 4 - подметальная щётка; 5 - рама автомобиля; 6 - гидроцилиндр подъёма плуга; 7 - опорное колесо; 8 - снегоуборочный отвал; 9 - габаритные огни; 10 - проблесковый маячок; 11 - маслобак; 12 - цистерна для жидких реагентов

К лонжеронам шасси стремянками прикреплены передняя, средняя и задняя опоры для установки поливомоечного и разбрасывающего оборудования и опора рамы гидрооборудования. На раме гидрооборудования установлены маслобак с двумя масляными фильтрами и шкаф с двумя гидрораспределителями, двумя регуляторами расхода, сливным коллектором и внешним блоком автоматики. Спереди к лонжеронам шасси прикреплена плата для установки переднего навесного оборудования: отвала и гребёнки. Пульт управления гидравлическим оборудованием находится в кабине водителя.

Основными узлами разбрасывающего оборудования являются: цистерна, химический насос с гидроприводом, распределительные диски. Привод рабочего оборудования машины - гидравлический. Распределительные диски предназначены для распределения по поверхности дорог поступающих на них жидких противогололёдных реагентов.

Каждый из распределителей состоит из закрытого кожухом распределительного диска, подвески и гидромотора. К подвеске также крепится сливной патрубок. Распределители крепятся к кронштейну рамы цистерны в задней её части.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Подвеска распределителя даёт ему возможность поворачиваться в продольной и поперечной плоскостях и изменять высоту над поверхностью дороги.

Производительность распределителей противогололёдных материалов. При распределении противогололёдных материалов различными машинами имеет место сходный рабочий цикл, отличающийся только абсолютным значением отдельных режимов и параметров, так как работают они при различных скоростях и нормах распределения материалов, что оказывает решающее влияние на производительность. Иногда распределители используют по неполному рабочему циклу. В этом случае распределитель находится на дежурстве с кузовом, заполненным материалом.

Производительность распределителей при работе по полному циклу

$$П = \frac{Q \cdot K_з \cdot \rho \cdot K_и \cdot 60}{q_р \cdot \left(\frac{Q \cdot K_з \cdot \rho \cdot 60}{q_р \cdot b \cdot V_м} + \frac{2l_в \cdot 60}{V_{тр.х}} + t_п + t_{п.з} \right)}, \text{ м}^2/\text{ч}$$

(19.19)

при работе по неполному циклу

$$П_л = \frac{Q \cdot K_з \cdot \rho}{q_р};$$

$$П = b \cdot V_м \cdot K_и;$$

(19.20)

$$T_р = \frac{Q \cdot K_з \cdot \rho}{q_р \cdot b \cdot V_м \cdot K_и},$$ где

(19.21)

Q - вместимость кузова машины, л;

r - объёмная масса пескосоляной смеси или реагентов, кг/л;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$К_з$ - коэффициент заполнения кузова машины;

$К_и$ - коэффициент использования машины на линии;

$q_р$ - норма или плотность распределения соответственно пескосоляной смеси или реагентов, кг/м^2;

$V_М$ - скорость машины соответственно при распределении пескосоляной смеси или реагентов, м/ч;

$l_б$ - расстояние от места работы машин до мест хранения материалов, км;

$V_{тр.ср}$ - средняя транспортная скорость при движении к участкам распределения противогололёдного материала, м/ч;

$t_п$ - продолжительность погрузки материалов, мин;

$t_{п.з}$ - продолжительность подготовительно-заключительных работ, мин;

b - ширина обрабатываемой полосы, м;

$П_л$ - величина обработанной площади за одну полную разгрузку, м^2;

$Т_р$ - продолжительность работы машины, ч.

Комбинированные дорожные машины (КДМ) используются в течение всего года и применяются в зимний период для борьбы со скользкостью автомобильных дорог путем распределения на их поверхности технологических материалов как химических антигололёдных реагентов, которые могут находиться в сыпучем или жидком состоянии, так и фрикционных материалов (песка, гранитной крошки), а также уборки с поверхности дорог свежевыпавшего или обработанного технологическими материалами снега; в летнее время года для мойки водой асфальтобетонных и цементобетонных покрытий.

Технические характеристики комбинированных дорожных машин для круглогодичного содержания автомобильных дорог приведены в табл. 19.14 и 19.15. Схема комплектации оборудованием комбинированной дорожной машины на шасси КамАЗ дана на рис. 19.7.

Таблица 19.14

Комбинированные машины средние

Показатели	КО-829А-01	КДМ-130В	МД-433	КО-713	КО-815	МКДС-1	МДК-433362	ЭД-226

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Базовое шасси	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-494560	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433102
Двигатель	ЗИЛ-508.10	ЗИЛ-508.10	ЗИЛ-508.10	ЗИЛ-508.10	ЗИЛ-508.10	ЗИЛ-508.10	ЗИЛ-508.10	ЗИЛ-64
Мощность. кВт/л.с.	110/150	110/130	110/130	110/130	110/130	110/130	110/130	136/185
Вместимость кузова, $м^3$	3,1	305	3,0	3,0	3,0	3,25	4,0	3,25
Вместимость цистерны, $м^3$	6,04	6,0	5,6	6,15	6,15	5,5	6,5	6,0
Ширина рабочей зоны, м:								
При подметании	2,3	2,34	2.3	2,34-2,5	2,5		2,5	2,34
При поливке	20,0	4,0-18,0	8,5	4,0-18,0	20,0		20,0	4,0-18,0
При мойке	2,0-9,0	2,5-8,0	2,3	4,0-8,5	8,5	2,6	8,5	2,5-8,0
При снегоочистке	2,65	2,47	2,5	24	2,5	3,0	2,6-3,0	2,47-3,0
При посыпке	4,0-9,0	4,0-10,0	4,0-9,0	4,0-9,0	4,0-9,0	4,0-12,0	3,0-9,0	4,0-10,0
Плотность посыпки, $г/м^2$	-	-	100-400	-	50-300	10-300	10-400	25-500

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Полная масса, кг	11000	11000	11000	12000	12000	11000	12000	12000
Длина, мм	8900	6300	8700	8600	8600	8990	8600	9500
Ширина, мм	2900	2790	2980	3000	3000	2770	2850	2800
Высота, мм	2850	2755	2850	2900	2900	3100	2670	2900
Производитель	Коммаш, Арзамас	КДМ, Смоленск	Кургандормаш	Коммаш, Мценск	Коммаш, Мценск	РАРЗ, Ряжск	САЗ, Смоленск	КДМ, Смолен

Таблица 19.15

А. Комбинированные машины тяжёлые							
Показатели	КО-806	ЭД-244	МДК-5337	АКПМ-ЗУ	МКДС-2004	МДК-133Д4	МДК-133Г4
Базовое шасси	КамАЗ-43253	МАЗ-5337	МАЗ-5337	Урал-4320	ЗИЛ-133Д42	ЗИЛ-133Д42	ЗИЛ-133Г42
Двигатель	КамАЗ-740.11	ЯМЗ-236М2	ЯМЗ-236М2	ЯМЗ-238М2	ЗИЛ-645	ЗИЛ-645	ЗИЛ-645
Мощность, кВт/л.с.	176/240	132/180	132/180	176/240	136/185	136/185	136/185
Вместимость кузова, $м^3$	-	5,6	5,9	-	-	6,0	6,0
Вместимость цистерны, $м^3$	8,0	7,5	9,0	10,0	8,0	9,0	10,0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Ширина рабочей зоны, м:							
при подметании	2,5	2,34	2,5	2,7		2,5	2,5
при поливке	20,0	4,0-18,0	20,0	20,0		20,0	20,0
при мойке	8,5	2,5-8,0	8,5	2,7-9,0	2,5-12	8,5	8,5
при снегоочистке	2,5	2,47-3,0	2,6-3,0	2,5-3,0	2,32-2,6	4,3	4,3
при посыпке	4,0-9,0	4,0-12,0	4,0-9,0	-	2,0-8,0	3,0-9,0	3,0-9,0
Плотность посылки, г/м^2	10-500	10-500	100-400	-	-	25-400	25-400
Полная масса, кг	15200	16000	16000	20000	-	-	-
Длина, мм	7400	9500	9100	10200	9600	-	-
Ширина, мм	2500	2800	2850	3000	2500	-	-
Высота, мм	3000	3300	3200	2900	2955	-	-
Производитель	Коммаш, Мценск	КДМ, Смоленск	САА3, Смоленск	Севдормаш, Северодвинск	РАРЗ, Ряжск	САА3, Смоленск	САА3, Смоленск
Б. Комбинированные машины тяжёлые							

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Показатели	ЭД-403	ЭД-243	ЭД-405	МДК-53213	МКДС-4005	КО-823	КО-823
Базовое шасси	ЗИЛ-133Г42	МАЗ-63039	КамАЗ-53213	КамАЗ-53213	КамАЗ-53213	КамАЗ-53213	КамАЗ-53229
Двигатель	ЗИЛ-645	ЯМЗ-238Д	КамАЗ-740.11	КамАЗ-740.13	КамАЗ-740.13	КамАЗ-740.13	КамАЗ-740.13
Мощность, кВт/л.с.	136/185	243/330	191/260	191/260	191/260	191/260	191/260
Вместимость кузова, $м^3$	5,6	6,0	6,5	6,0	-	-	-
Вместимость цистерны, $м^3$	8,5	10,0	9,5	10,0	10,0	11,0	14,0
Ширина рабочей зоны, м:							
при подметании	2,34	2,34	2,34	2,3		2,5	2,5
при поливке	4,0-18,0	4,0-18,0	4,0-18,0	20,5		20,0	20,0
при мойке	2,5-8,0	2,5-8,0	2,5-8,0	8,5	2,5-12	8,5	8,5
при снегоочистке	3,0	2,47-3,0	2,47-3,0	4,3	2,37-2,9	2,5	2,5
при посыпке	4,0-12,0	4,0-12,0	4,0-16,0	4,0-9,0	2,0-8,0	4,0-4,9	4,0-9,0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Плотность посыпки, г/м^2	25-500	25-500	10-500	10-400	30-150		
Полная масса, кг	17700	-	20500	-		20500	24000
Длина, мм	11340	-	10800	-	10420	-	-
Ширина, мм	2800	-	3150	-	3200	-	-
Высота, мм	2900	-	3000	-	2925	-	-
Производитель	КДМ, Смоленск	КДМ, Смоленск	КДМ, Смоленск	САА3, Смоленск	РАРЗ, Ряжск	Коммаш, Мценск	Коммаш, Мценск

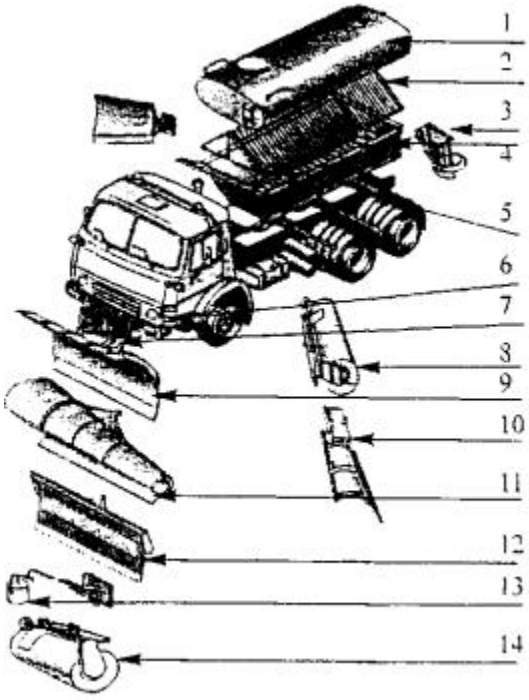


Рис. 19.7. Схема комплектации комбинированной дорожной машины ЭД-405 на шасси КамАЗ-53213:

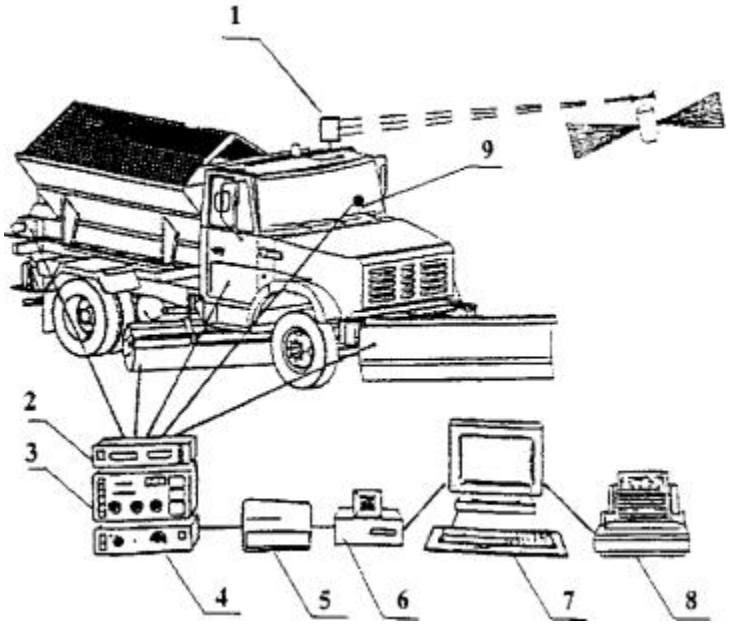
Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1 - поливомоечная цистерна 9,5 м; 2 - решётка; 3 - механизм распределения технологических материалов на ширину 4-16 м; 4 - кузов пескоразбрасывателя 6,5 $м^3$; 5 - боковой снегоочистительный отвал; 6 - плита монтажная; 7 - навеска; 8 - щётка с рабочей шириной 2,34 м; 9 - поворотный отвал с шириной очистки 2,47-3,16м; 10 - средний грейдерный отвал длиной 3,2 м; 11 - скоростной отвал длиной 2,9 м; 12 - комбинированный отвал 2,47-3,16 м; 13 - щётка для мойки обстановки дорог; 14 – передняя подметальная щётка 2,34 м

Машина комбинированная дорожная МКДС-1 состоит из автомобильного шасси ЗИЛ-433362 и сменного оборудования: пескоразбрасывающего (распределяющего) оборудования (ПР-1), плужного оборудования (ПО-1), щеточного оборудования (ЩО-1), поливомоечного оборудования (ПМ-1).

Рабочее оборудование является сменным и легко монтируется на автошасси. Система автоматики комбинированной дорожной машины обеспечивает управление следующими операциями: управление разбрасыванием технологических материалов в автоматическом режиме, управление плугом (подъём/опускание), управление щеткой (подъём/опускание, вращение), управление мойкой и поливом дорог (поворот гребёнки, поливка).

Система навигации и контроля за процессом эксплуатации машин. Система контроля способствует повышению качества рабочих операций и соблюдению режимов технической эксплуатации. Система контроля включает ряд модулей: спутниковую навигационную систему, комплект датчиков контроля за работой агрегатов, включая микрофон, и бортовой компьютер (рис. 19.8).



Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Рис. 19.8. Система спутниковой навигации и контроля за работой агрегатов дорожно-коммуникальной техники:
1 - спутниковая навигационная система; 2 - бортовой компьютер; 3 - пульт управления (отвал; щётка); 4 - пульт управления (распределитель реагентов и др.); 5 - диск памяти (запись информации в эксплуатации машины в качестве работы навесного оборудования - степень очистки, нормы распределения реагентов, расход топлива и т.п.); 6 - устройство считывания информации; 7 - персональная ЭВМ; 8 - принтер (распечатка информации и сохранение информации на бумаге); 9 - микрофон (для речевого ввода данных в компьютер)

Система записывает данные о времени и месте эксплуатации машин и их рабочих органов. Координаты места нахождения машины сохраняются на дискете. Одновременно записываются данные о работе навесного оборудования. Можно использовать до 57 различных датчиков, включая аналоговые, цифровые и частотные. Информация с дискетки вводится и сохраняется в персональном компьютере. Информация используется для дальнейшей обработки и статистического анализа.

Спутниковая навигационная система служит для определения места нахождения машины. Бортовой компьютер записывает всю статистическую и динамическую информацию о рабочем цикле навесных устройств систем летнего и зимнего оборудования.

Микрофон подключается к бортовому компьютеру для речевого ввода данных во время движения при смене водителя, смене агрегатов, происшествиях, пробках, авариях; вводится также информация во время простоя в ремонтной мастерской или о специальных функциях, не выполняемых при помощи пультов управления или датчиков. Автоматизированные системы навигации и контроля за работой машин и механизмов находят всё большее применение на современных машинах для содержания и ремонта автомобильных дорог.

19.3. Машины и оборудование для ремонта автомобильных дорог

Кроме общестроительных дорожных машин, применяемых при ремонте автомобильных дорог, выпускается большое количество специальных машин и оборудования, которые используются при выполнении дорожно-ремонтных работ. К ним относятся машины и оборудование для восстановления слоев износа, шероховатых и защитных слоев, машины для снятия и восстановления слоев дорожных одежд и повторного использования материала и др.

Машины и оборудование для ремонта дорожных покрытий с использованием эмульсионно-минеральных смесей. Смеси готовятся в специальных машинах, установленных на автомобильном или специальном шасси, способных перевозить и производить смесь на месте, дозируя все нужные компоненты: щебень, эмульсию, воду, минеральные наполнители и добавки. Все

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

эти компоненты перемешиваются шнековой мешалкой непрерывного действия. Готовая смесь поступает в распределительное устройство и затем на дорогу, образуя полосу требуемой ширины и толщины. Толщина слоя шламового покрытия на дороге определяется величиной самого крупного щебня в смеси.

Восстановление дорожных покрытий с использованием эмульсионно-минеральных смесей осуществляется специальными машинами «Макропейвер 12-Б», «Спартан 10-С», «Минимак» и ИП-98. Основные технические данные машин приведены в табл. 19.16.

Таблица 19.16

Машины для ремонта дорожных покрытий с использованием эмульсионных технологий

Показатели	Мощность двигателя, кВт	Лопастной смеситель			Ширина укладчика, м	Примечания
		количество валов	частота вращения, $мин^{-1}$	производительность, т/мин		
«Макропейвер 12Б»	82	2	225 (регулируемая)	3,0-4,0	2,4-4,27	Регулировка высоты укладываемого слоя, кронштейн для заглаживания смеси
«Спартан 10-С»	64	2	200	2,3	2,4-3,96	-
«Минимак»	82	2	225 (регулируемая)	1,0	1,5-2,5	Шаг регулирования ширины 0,15 м, полная масса 16,34 т

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

ИП-98	60	-	-		-	-

Дорожная машина «Макропейвер 12-Б» предназначена для производства и укладки эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри-Сил» и базируется на автомобильном шасси. Двухшнековый смеситель с 72 сменными лопатками обеспечивает производительность по выходу готовой смеси 3-4 т/мин. Привод смесителя осуществляется от дополнительного дизеля «Джон Дир» мощностью 82 кВт (110 л.с). Машина оснащена бункером для щебня объёмом 9,2 $м^3$, цистерной для эмульсии и цистерной для воды ёмкостью по 3218 л, цистерной для жидких добавок ёмкостью 560 л, ёмкостью для цемента 340 л.

Машина «Спартан 10-С» базируется на автомобильном шасси и используется для укладки эмульсионно-минеральных смесей за один проход. Смеситель двухвалъный с 60 сменными лопатками произвоштельно-стью до 2,3 т/мин. Привод установки от дополнительного двигателя «Камминс» мощностью 64 кВт (84 л.с). Объём бункера для щебня 7,6 $м^3$, вместимость цистерны для воды и эмульсионной цистерны по 2271 л.

Машина «Минимак CR-1000» предназначена для малых и средних объемов работ, а также для укладки смесей на стеснённых участках дороги, стоянках, пешеходных дорожках, гаражных площадках. Двухпостовая система управления позволяет оператору находиться в передней части машины при непрерывном режиме работы или в задней части машины при небольших объёмах работ. Машина построена на самоходном полноприводном шасси, оснащённом двигателем «Джон Дир» мощностью 104 кВт (140 л.с). Привод ведущих колёс гидрообъёмный, транспортная скорость 21 км/ч. Длина машины 7,92 м, радиус поворота 6,1 м. Двухвальный шнековый смеситель с 46 сменными лопатками обеспечивает выход смеси до 1 т/мин. Вместимость бункера для щебня 3 $м^3$, ёмкость цистерны для воды и эмульсионного бака по 1173 л, ёмкость бака для присадок 170 л, емкость бака для добавок 246 л. Полная масса машины 14 515 кг.

Машина для ямочного ремонта «ИП-98» является прицепной. Машина очищает ремонтируемый участок дороги воздушным потоком, служит для транспортировки и укладки эмульсии и щебня на месте ремонта и обслуживается одним оператором. Ремонту подвергаются участки с небольшим объемом работ - ямы, трещины, обвалившиеся обочины. Установка оснащена цистерной для эмульсии ёмкостью 950 л, лопастным нагнетателем и воздушным компрессором с приводом от дополнительного двигателя «Джон Дир» мощностью 59 кВт (80 л.с). Система обогрева обеспечивает поддержание температуры эмульсии в баке и шлангах около 60°С за счёт тепла, отбираемого от системы охлаждения двигателя.

Машины для горячего восстановления асфальтобетонных покрытий с использованием старого материала по методу «ремикс». Работа машин этой

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

группы основывается на технологиях «ресайклинг» и «ремикс». Восстановление поврежденного асфальтового слоя производится за один рабочий проход.

Асфальтобетонную поверхность нагревают до 120-150°С. Масса покрытия размягчается. Батареи инфракрасных излучателей работают на пропане. Предварительно нагреватели раскладывают до заданной рабочей ширины. Расход газа отдельных секций регулируют раздельно. Таким образом осуществляют дозировку тепла в зависимости от температуры окружающей среды, рабочей глубины и свойств покрытия. Рыхление разогретого покрытия осуществляется вращающимися фрезами со спирально расположенными на них твердосплавными зубьями до требуемой глубины. Рабочая ширина регулируется бесступенчато. Разрыхлённый материал ножами снимается с покрытия и подаётся в смеситель. Регенерирующая добавка смешивается с материалом покрытия в смесителе принудительного действия.

Новая добавочная смесь доставляется самосвалами и выгружается в приёмный бункер машины. Подача в смеситель и дозировка осуществляются регулируемым конвейером. Новое вяжущее находится в обогреваемом баке на установке. Вяжущее дозируется и впрыскивается с помощью насоса с регулируемым числом оборотов. Двухвальный смеситель принудительного действия перемешивает добавки с материалом покрытия до однородного состояния и подает смесь в виде валика к укладочному брусу. Укладка регенерируемого материала осуществляется с помощью плавно регулируемого бруса в соответствии с профилем полотна. Конечное уплотнение покрытия осуществляется катком. Технические параметры машины R4500 приведены в табл. 19.17.

Таблица 19.17

Технологическая характеристика машин для горячего восстановления асфальтобетонных покрытий по технологии «ремикс» фирмы «Wirtgeh»

Наименование, назначение	Модель	Мощность, кВт		Обрабатываемая полоса		Масса, т	Примечания
		привода	тепловая	Ширина, мм	Глубина, мм		
Горячее восстановление покрытий «ремикс»	Remixer 4500	220	2210	3000-4500	0-60	48,82	Гидравлический привод на все колеса

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Нагреватель для репластификации асфальтобетонных покрытий	НМ 4500	37	1710	4680	-	19,96	Инфракрасные излучатели, площадь нагрева 39,91 м^2

Машины для горячего восстановления асфальтобетонных покрытий по методу «ремикс плюс». В этом случае машина Ремиксер 4500 оснащается дополнительным оборудованием, которое позволяет наносить слой нового материала на уже регенерированную асфальтобетонную поверхность. Слой новой смеси накладывается с помощью распределительного шнека, расположенного за первым шнеком. Подача новой смеси ко второму распределительному шнеку производится посредством конвейера. Высокая производительность машины обеспечивает ремонт более 7000 м^2 покрытия в сутки.

Машины для холодного восстановления дорог с использованием старого материала по методу «ресайклинг». Использование машины такого типа предусматривает выполнение ряда операций: рыхление ремонтируемого покрытия фрезой, добавку в разрыхленный материал вяжущих или других стабилизаторов, тщательное смешивание компонентов с материалом (гомогенизация), профилирование поверхности и её уплотнение [5].

Основным рабочим органом машины для холодного восстановления покрытий является фреза. Она снимает фрезерованием ремонтируемый слой и смешивает его со стабилизирующими и укрепляющими добавками. Машина оборудована системой распределения эмульсии, воды, вспененного битума, системой чистки сопел распределительной системы и включает компьютерную систему управления рабочим процессом.

Машина WR 2500 для холодного восстановления дорог методом «ресайклер» является универсальным агрегатом. Использование машины в комплекте с другой техникой позволяет успешно реализовывать ряд эффективных технологий восстановления и ремонта автомобильных дорог различного назначения: 1 - смешение различных материалов и грунтов (гомогенизация материала); 2 - стабилизация грунтов известью с предварительным её распределением; 3 - стабилизация грунтов и смесей цементом при предварительном распределении воды и цемента по поверхности; 4 - то же, при предварительном смешении цемента и воды (получения суспензии) в установке WM 400; 5 - фрезерование старых асфальтобетонных покрытий (гранулирование) без добавок стабилизаторов; 6 - ремонт асфальтобетонных покрытий с добавкой битумной эмульсии; 7 - ремонт асфальтобетонных покрытий с добавкой цемента; 8 - то же, с добавкой цементно-водной суспензии, получаемой в машине WM 400 и битумной эмульсии; 9 - ремонт дорожных одежд с добавкой вспененного битума.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Реализация технологии ресайклинг в ряде случаев требует использования дополнительных агрегатов для: приготовления цементно-водной суспензии (WM-1000), распределения технологических материалов (P12-T, P17-T, P15) и приготовления холодных смесей (КМА-150).

Технические параметры холодной фрезы и дополнительных агрегатов приведены в табл. 19.18 и 19.19. Схема устройства для вспенивания битума, используемого в машине WR 2500, показана на рис. 19.9.

Таблица 19.18

Технологическая характеристика машин для холодного восстановления покрытий и стабилизации грунта по технологии «ресайклинг» фирмы «Wirtgen»

Наименование, назначение	Модель	Мощность двигателя, кВт	Ширина полосы, мм	Глубина полосы, мм	Масса машины, т	Примечания
Холодное восстановление покрытий	WR4500	550	3000-4500	0-300	80,0	Гидравлический привод на все четыре гусеничных тележки. Производительность 400 т/ч
То же	2200 CR	448	2200	0-250	49,72	Можно использовать как холодную фрезу. Гидравлический привод на все четыре колеса. Бункер 4 $м^3$, привод фрезы - механический
То же	WR 2500 K	455	2438	0-500	39,0	
То же	WR 2500	455	2438	0-500	33,0	
Стабилизатор грунта	RACO 350	370	2400	0-450	21,35	

Таблица 19.19

Технологическая характеристика дополнительных машин и оборудования для работ по технологии ресайклинг фирмы «Wirtgeh»

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Наименование, назначение	Модель	Мощность двигателя, кВт	Ширина полосы, мм	Глубина полосы, мм	Масса машины, т	Примечания
Приготовление цементоводной суспензии	WM-1000	-	25	-	25,45	Вместимость водяного бака 4000 л
Распределитель технологических материалов	Р 12-Т	-	12	-	7,0	Ширина обрабатываемой полосы 2,4 м
	Р 17-Т	-	17	-	12,0	
	Р 15	-	15	-	12,0	
Приготовление холодных смесей	КМА-150	80	-	150 т/ч	24,0	Установлена на полуприцепе

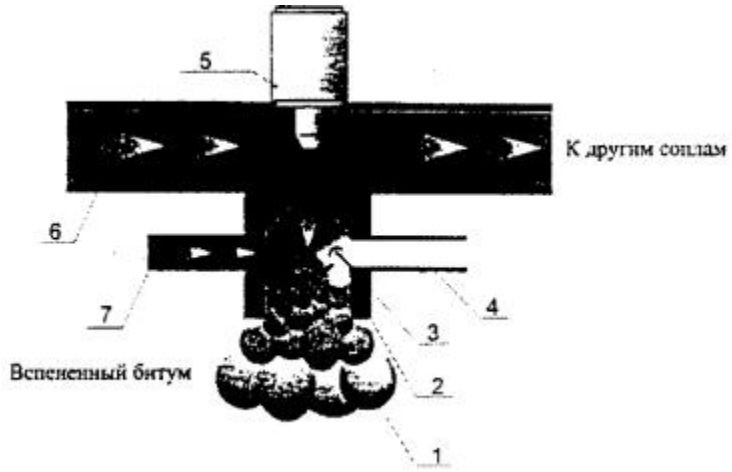


Рис. 19.9. Схема устройства для получения вспененного битума путём впрыскивания в расширительную камеру нагретого до 180°С битума, воды и воздуха:
1 - вспененный битум; 2 - вспенивающее сопло; 3 - расширительная камера; 4 - подача воздуха; 5 - устройство запирания и импульсной чистки сопел; 6 - подача горячего битума; 7 - подача воды

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Дорожные холодные фрезы. Удаление изношенного и деформированного асфальтобетонного или цементобетонного покрытия осуществляется фрезерованием. Номенклатура дорожных фрез Wirtgen приведена в табл. 19.20. Основным рабочим органом машины является фрезерный барабан с укреплёнными на нём резцами.

Таблица 19.20

Дорожные фрезы «Wirtgen Group» для ремонта дорожных покрытий

Назначение машины	Модель	Параметры фрезерования, мм		Мощность привода, кВт (л.с.)	Масса машины, т
		ширина	глубина		
Ямочный ремонт	W350	350	0-100	35 (48)	4,4
	W350E Электропривод	350	0-100	22 (фрезер.) 7,5 (ход)	4,4
	W500	500	0-160	79 (107)	7,3
Удаление материала покрытия	W600	600; 500; 400	0-300	123 (167)	12,03
	W1000L	1000	0-250	123 (167)	13,83
	W1000	1000	0-250	149 (202)	16,4
Удаление материала покрытия на всю глубину	W1000F	1000	0-315	185 (252)	17,3
	W1200F	1200	0-315	185 (252)	17,85

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Удаление покрытий и дорожной одежды на всю глубину за 1 проход	W1500	1500	0-300	320 (435)	24,18
	W1900	2000	0-300	320 (435)	24,88
	W2000	2000	0-320	421 (575)	29,0
	W2100	2000	0-320	470 (640)	35,8
	W2200	2200	0-350	596,5 (811)	43,7

Прочная фреза имеет большую массу и обладает высокой инерционностью. Это демпфирует ударные нагрузки при попадании в рабочую камеру крупных камней. Один конец вала фрезы установлен в редукторе, другой уложен в самоустанавливающийся роликоподшипник, не требующий ухода. Резцы на барабане фрезы образуют достаточное пространство для смеси материала, даже при большой глубине рыхления. Резцы вставлены в держатели, которые без сварки можно заменить на месте работы. Фреза выходит за пределы колеи, что позволяет производить работы вдоль требуемой линии и вдоль стен.

Фрезы выполнены в виде отдельных агрегатов и закрепляются на раме машины в 4 точках. Машина снабжается сменными фрезерными агрегатами различной ширины и назначения - нормальные и зачистные.

Крупные фрезы имеют конвейерную систему для загрузки удаляемого материала в автомашину или выгрузку материала рядом с дорогой или на обработанную полосу. Приемная часть конвейера может при необходимости подниматься на высоту встречаемого препятствия. У тяжёлых машин четыре гусеничные тележки являются поворотными. Фрезы оборудованы надёжной системой управления с цифровым пультом. Система нивелирования глубины состоит из двух независимых контуров для правой и левой стороны машины. Для высокоточной регулировки в системе используют три датчика с одной или обеих сторон машины для слежения за базовой поверхностью. Регулировка по трём сигналам измерений позволяет компенсировать неровности. Это устройство Multiplex применяется при фрезеровании на малую глубину и при выравнивании легкодеформируемых слоев. Холодные фрезы аналогичного принципа действия навесные на колёсный трактор или самоходные выпускаются отечественной промышленностью (табл. 19.21).

Таблица 19.21

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Дорожные холодные фрезы отечественного производства

Показатели	Базовое шасси	Мощность двигателя, кВт	Ширина рыхления, мм	Глубина рыхления, мм	Масса машины, т	Примечания
А-8047 («Амкодор»)	МТЗ-82	59,6	400; 700	65		Охлаждение резцов независимое
ФД-500 (Дмитровский ЭЗ)	МТЗ-80/82	59,6	500	100	7,0	Скорость фрезерования 0-800 м/ч
ДС-197 (Брянский Арсенал)	Специальное	114	250; 500 750: 1000	100	12,0	Скорость фрезерования 0-600 м/ч
ДЭ-236 («Амкодор»)	Специальное	114	1000	125	12,0	

19.4. Машины для разметки покрытий

Средства механизации маркировки классифицируют по следующим признакам: функциональному назначению, мобильности, применяемому материалу, способу нанесения знака. Существуют четыре способа механизированного нанесения маркировочных линий и знаков лакокрасочными и термопластичными материалами: бескомпрессорный, гравитационный, пневматический и кинетический (табл. 19.22).

Таблица 19.22

Характеристика основных способов нанесения маркировочного материала

Способ	Достоинства	Недостатки

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Бескомпрессорный	Простота оборудования	Ограниченная область применения - малая производительность
Гравитационный	Тоже	Малая производительность, большой расход материала, недостаточная чёткость контуров выполняемых линий
Пневматический	Надёжность и ремонтопригодность оборудования; невысокие требования к обработке деталей распылителя и тонкости фильтрации красочного состава	Большие потери лакокрасочного материала, наличие нескольких коммуникационных ветвей
Кинетический	Пониженный расход лакокрасочных материалов и растворителей; отсутствие ограничительных устройств для формирования боковых контуров линий	Относительная сложность оборудования; малый срок службы сопел распыляющих устройств; необходимость жёсткой стабильности давления в краскопроводной системе; тонкая фильтрация лакокрасочного материала

Бескомпрессорный способ состоит в том, что поток краски из резервуара поступает к краскораспылителю под давлением и, разрушаясь в насадке краскораспылителя, истекает из её выходного отверстия однофазной струёй. Давление в краскопроводной системе создается сжатым воздухом или насосом.

Гравитационный способ заключается в том, что материал, из которого выполняют маркировочную линию, разогревают до текучего состояния и он поступает на покрытие самотёком.

Классификация машин для разметки автомобильных дорог дана на рис. 19.10. Общий вид маркировочных машин показан на рис. 19.11. Параметры машины даны в табл. 19.23.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru



Рис. 19.10. Классификация машин для маркировки покрытий дорог

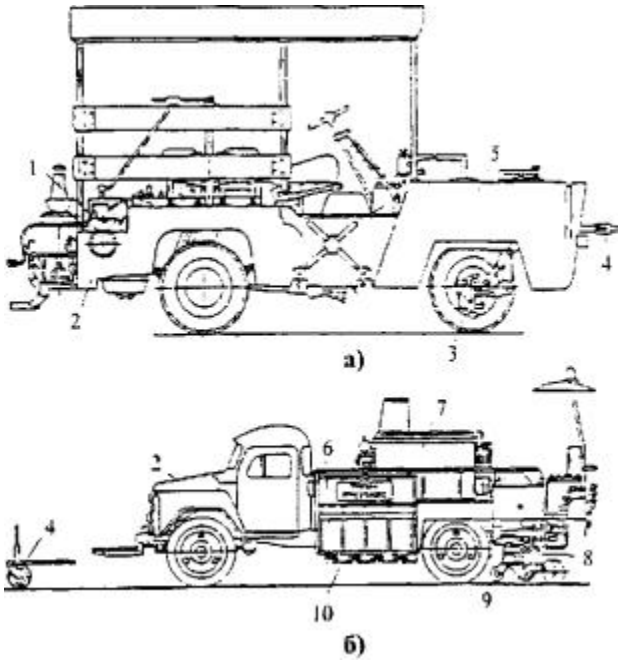


Рис. 19.11. Маркировочные машины:
а - с кинетическим распылителем; б - с термопластичным нанесением слоя;
1 - выносной краскораспылитель; 2 - базовое шасси; 3 - рабочий орган (краскораспылитель); 4 - визирное устройство; 5 - бак для краски; 6 - газовые

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

баллоны; 7 - котёл для разогрева термопластика; 8 - измерительный орган; 9 - маркер; 10 - система теплоносителя

Таблица 19.23

Машины для разметки дорог

Показатели	Базовое шасси	Материал разметки	Количество линий / ширина линии	Вместимость бака(пластик/ краска), л	Мощность двигателя, кВт	Рабочая скорость, км/ч	Масса машины, т	Примечание
Производство Россия								
ДЭ-21М-01	ГАЗ-3309	Термопластик	1 80;100;200	900	90	1,5-8,0	5,7	Прерывистост линий 0,5 до 30
ДЭ-21М-02	ГАЗ-3309	Краска	1;2;3 100-1000	1000	90	1,5-8,0	4,5	Выносной краскораспылит
Производство HOFMANN								

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

H 33-2 Универсал	Специальное	Термопластик, краска	2	2´150 2´350	53	До 34	6,0	Компьютерно управление оборудование
H 26-2	Тоже	Термопластик, краска	2 100-500	2´110 1´300	53	До 19	4,76	
H 16-2	Тоже	Термопластик, краска	2	200 225	25	До 8	1,6	
H 11	Тоже	Термопластик, краска	1	120 65	12,5	До 3,3	1,05	
H 8-1 (ручная)	Тоже	Термопластик, краска	1	48	5,2	До 3,3	0,22	Перемещение ручное
RM 50H (ручная)	Тоже	Термопластик, краска	-	48 18	4,4	До 3,3	0,195	
H 5-1 (ручная)	Тоже	Краска	-	24	3,7	до 3,3	0,12	

Наряду с совершенствованием оборудования для выполнения разметки традиционными материалами создают новые материалы и оборудование для их нанесения. Так, одно- и двухкомпонентные пластики не требуют нагрева при нанесении. Оборудование маркировочных машин для выполнения разметки холодными пластиками обычно работает по методу экструдирования пластика.

Рабочий орган обеспечивает высокое постоянство толщины линии при скорости разметки до 6 км/ч. Высушивание покрытия перед нанесением элементов маркировки обеспечивает получение большей долговечности разметки.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для сушки и подогрева дорожного покрытия в целях нанесения разметки в любую погоду применяют оборудование, в котором сушка производится газами с температурой до 1100°С.

Машины для высушивания поверхности покрытия при маркировке Н-95-1 производства «Hofmann» смонтирована на 4-колёсной платформе, перемещающейся вручную. Машина оснащается дизельным двигателем мощностью 5 кВт. Ширина очищаемой полосы - 0,3 м при скорости перемещения до 3,0 км/ч. Масса машины 0,15 т.

Удаление с поверхности покрытия старой разметки. Для удаления материала разметки используют ряд методов: механический, термомеханический, химический и комбинированного воздействия. Распространены демаркеры, работающие четырьмя фрезерными головками, специальной фрезой для удаления пластика и стальной щеткой. Недостатком фрезерования старых линии и знаков является частичное повреждение дорожного покрытия. Перспективными являются методы: химический, выжигания и комбинированный (фрезерование и последующая химическая обработка). Удаляют разметку и с помощью струи воды, подаваемой под давлением до 140 МПа. Установки можно использовать с водо- и пескоструйной системой, повышающей их эффективность и экономичность.

Машина для удаления маркировочного материала с поверхности покрытия базируется на платформе и управляется вручную. Машина имеет фрезерный рабочий орган с приводом от автономного двигателя.

Машина для удаления маркировки Н-95-1 «Hofmann» с ручным управлением имеет двигатель мощностью 8 квт, 4 фрезы для удаления тонких и утолщённых слоев маркировки, установленные на вращающейся крестовине. Машина имеет гидромеханический привод на ведущие колёса. Общий вес машины составляет 0,235 т.

Продолжительность цикла работы определяется вместимостью бака для краски. Обычно количество краски в баке бывает достаточным для разметки линий безопасности на нескольких объектах, поэтому в процессе опорожнения бака машина переезжает к различным объектам, а также к месту заполнения бака краской.

Эксплуатационная производительность машины для разметки линий безопасности

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$П = \frac{Q_{б.к} \cdot K_з \cdot K_и \cdot 60}{q \cdot \left(\sum t_{разм} + t_{п.з} + t_{окр} + \sum t_{пер} + \sum t_{раст} + t_{т.п} + t_{зап}\right)}, \text{ м}^2/\text{ч}$$ где

(19.22)

$Q_{б.к}$ - вместимость бака для краски, л;

q - удельный расход краски, л/м^2;

$t_{разм}$ - суммарная продолжительность операций по разметке за период опорожнения бака для краски, мин;

$t_{п.з}$ - продолжительность подготовки заключительных операций, мин;

$t_{окр}$ - продолжительность процесса окраски линий безопасности, мин;

$t_{пер}$ - суммарная продолжительность переездов от одного объекта к другому за период опорожнения бака, мин;

$t_{раст}$ - суммарные затраты времени на размещение и сбор столбиков, мин;

$t_{т.п}$- продолжительность переезда машины к месту заполнения бака краской и обратно к месту работы, мин;

$t_{зап}$ - затраты времени на заполнение бака краской, мин.

Некоторые из приведённых величин:

$$t_{окр} = \frac{Q_{б.к} \cdot K_з}{q \cdot V_р}, \text{ мин}; \qquad \sum t_{пер} = \frac{\sum l_{ср} \cdot 60}{V_{пер}}, \text{ мин};$$

(19.23)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$t_{мл} = \frac{(l_1 + l_2) \cdot 60}{V_{тр.ср}}, \text{ мин,}$$ где

(9.24)

$Sl_{ср}$ - сумма расстояний между отдельными объектами работы в течение цикла машины, км;

l_1; l_2 - расстояние от последнего места работы до места заправки краской и затем до нового объекта соответственно, км;

$V_{тр.ср}$ - средняя транспортная скорость машины, км/ч;

q - расход материала на погонный метр линии разметки, л/м;

$V_р$ - скорость движения при нанесении разметки, м/мин;

$V_{пер}$ - скорость переезда от места разметки к другому, км/ч.

При определении требуемого числа машин каждого назначения группируют обслуживаемые площади дорожных покрытий по признаку однородности линий безопасности

$$n_м = \frac{F_1 \cdot K_л}{П \cdot T_\Sigma \cdot T_с \cdot K_в},$$ где

(19.25)

F_1 - суммарная площадь обслуживаемых дорожных покрытий с однородным характером разметки линий безопасности, м^2;

$K_л$ - коэффициент перехода от площади F_1 к площади линий безопасности.

РАЗДЕЛ VII ОРГАНИЗАЦИОННОЕ И ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ГЛАВА 20. Сохранность дорог в процессе эксплуатации

20.1. Обеспечение сохранности автомобильных дорог

Сохранность автомобильных дорог и искусственных сооружений в процессе эксплуатации обеспечивается выполнением норм их ремонта и содержания и соответствующих нормативных правовых актов, а также правовыми и организационно-техническими мероприятиями по предупреждению, пресечению и устранению причин повреждения и преждевременного разрушения элементов автомобильных дорог и искусственных сооружений.

Для обеспечения сохранности автомобильных дорог представители органов управления дорожным хозяйством, органов МВД России и подразделений Российской транспортной инспекции Министерства транспорта Российской Федерации должны не допускать действия, перечисленные в табл. 20.1.

Таблица 20.1

Действия, которые необходимо пресекать с целью обеспечения сохранности автомобильных дорог

1	Проезд по автомобильным дорогам без специального разрешения автотранспортных средств, перевозящих опасные грузы, которые могут вызвать взрыв, пожар, загрязнение, химическое, бактериологическое или радиационное заражение автомобильных дорог или иные опасные последствия
2	Проезд по автомобильным дорогам без специального разрешения автотранспортных средств, весовые параметры (осевая нагрузка и полная масса) и (или) габариты которых с грузом или без груза превышают установленные нормативные величины и (или) величины, указанные на дорожных знаках

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

3	Проезд по автомобильным дорогам тяжеловесных и крупногабаритных автотранспортных средств с нарушением требований и маршрута движения, указанных в специальном разрешении
4	Перемещение грузов по автомобильным дорогам посредством волочения, движение по проезжей части или обочинам транспортных средств на гусеничном ходу или на металлических колесах без специального разрешения или без соблюдения условий, указанных в этом разрешении
5	Проезд по автомобильным дорогам груженых автотранспортных средств, оборудованных подъемной осью при её поднятом положении и нагрузке на другие оси, превышающей допустимые значения
6	Проезд по автомобильным дорогам груженых автотранспортных средств, оборудованных двускатными колесами, с которых сняты по одной внутренней или внешней шине
7	Попадание на проезжую часть автомобильных дорог и обочины горюче-смазочных, сыпучих, жидких и других материалов и предметов, снижающих сцепные качества покрытий, вызывающих их разрушение или нарушение условий безопасности дорожного движения
8	Использование элементов автомобильных дорог и полос отвода для складирования, погрузки и выгрузки грузов
9	Производство строительных, геологоразведочных, топографических, горных и изыскательских работ, а также устройство наземных сооружений в полосе отвода
10	Распашка участков, покос трав, снятие дерна и выемка грунта на полосе отвода
11	Спуск канализационных, промышленных, мелиоративных и сточных вод в водоотводные сооружения и резервы
12	Несанкционированное строительство капитальных сооружений (за исключением объектов дорожной службы) и объектов дорожного сервиса в придорожных полосах

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

13	Несанкционированные порубка, раскорчёвка и повреждение защитных и декоративных насаждений
14	Умышленное или по неосторожности уничтожение или повреждение имущества, входящего в состав автомобильных дорог и дорожных сооружений
15	Несанкционированные прокладка и переустройство инженерных коммуникаций, проходящих в полосе отвода, в придорожной полосе или пересекающих автомобильные дороги
16	Несанкционированные строительство, реконструкция и ремонт пересечений и примыканий к автомобильным дорогам

С целью обеспечения сохранности автомобильных дорог землепользователи придорожных полос обязаны:

в пределах населённых пунктов устраивать и ремонтировать пешеходные дорожки и переходные мостики в границах закреплённых за ними участков, а также регулярно производить их очистку;

содержать в технически исправном состоянии и чистоте выезды из закрепленных участков и подъездных путей к дороге общего пользования, включая переездные мостики.

С целью предупреждения преждевременного разрушения дорожных конструкций допускается введение временного (сезонного) ограничения движения грузовых автотранспортных средств по участкам автомобильных дорог с недостаточно прочной дорожной одеждой. Решение о временном (сезонном) ограничении движения грузовых автотранспортных средств с указанием срока действия ограничения, допустимой осевой нагрузки и регламента организации движения в этот период принимается федеральным дорожным органом.

Федеральный дорожный орган обязан оповестить через средства массовой информации пользователей дорог о порядке введения ограничения движения по обслуживаемым дорогам, обеспечить установку необходимых дорожных знаков и контроль за проездом грузовых автотранспортных средств.

В неотложных, специально обоснованных случаях, органы управления автомобильными дорогами могут разрешить срочный проезд грузовых автотранспортных средств с повышенными осевыми нагрузками, для чего выдаются специальные пропуска.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Даты начала и окончания периода временного (сезонного) ограничения движения грузовых автотранспортных средств, допустимые осевые нагрузки и необходимое количество специальных пропусков определяются органами управления автомобильными дорогами исходя из фактической прочности обслуживаемых дорог в соответствии с отраслевыми дорожными нормами.

При повышении температуры нежёстких усовершенствованных дорожных покрытий выше +50°С с целью предупреждения возникновения на них пластических деформаций допускается временное ограничение движения гружёных многоосных автопоездов а автотранспортных средств, перевозящих тяжеловесные грузы в дневное и вечернее время суток с обеспечением их проезда в ночное или утреннее время суток.

20.2. Порядок сезонного ограничения движения

Известно, что значительная часть существующих автомобильных дорог общего пользования в настоящее время не отвечает требованиям современного движения и нуждается в комплексе мероприятий, повышающих качество дорог и безопасность дорожного движения. В условиях недостаточной прочности дорожных одежд и ограниченного финансирования дорожных работ сезонное ограничение движения тяжеловесных (Тяжеловесными транспортными средствами считаются автомобили и автопоезда, вызывающие преждевременный износ автомобильных дорог и сокращение межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий.) транспортных средств по осевым нагрузкам является важнейшим мероприятием для обеспечения сохранности автомобильных дорог в процессе эксплуатации.

Потребность в сезонном ограничении движения возникает в случаях, когда дорожные конструкции либо не рассчитаны на пропуск тяжеловесных нагрузок, либо их несущая способность (прочность) не отвечает требованиям, предъявляемым по условиям движения (при коэффициенте прочности, равном отношению фактического модуля упругости к требуемому, $K_{ПР} < 1$), и нет возможностей для своевременного осуществления ремонта (усиления) дорожной одежды.

Решение о введении временного ограничения движения транспортных средств на федеральных автомобильных дорогах принимается Государственной службой дорожного хозяйства (Росавтодором) Министерства транспорта Российской Федерации, а на других дорогах общего пользования - органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Утверждается порядок введения и сроки действия временного ограничения движения. Принятое решение доводится до заинтересованных лиц с помощью средств массовой информации. Дорожные организации разрабатывают схемы организации движения, согласовывают их с органами ГИБДД, обеспечивают установку дорожных знаков, ограничивающих осевые нагрузки транспортных средств, и организуют весовой контроль на соответствующих участках дороги. Ограничение движения, как правило, не

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

распространяется на рейсовые автобусы и автомобили, перевозящие скоропортящиеся продукты питания и медицинские препараты, а также автомобили аварийной, пожарной и медицинской служб.

Начало и конец периода ограничения движения определяют по результатам ежедневных испытаний дорожной одежды на контрольных точках [107], сопоставляя фактически измеренные прогибы $l_ф$ конструкции с предельно допускаемыми значениями $l_{доп}$ по условиям движения. Период снижения несущей способности дорожных конструкций, когда $l_ф > l_{доп}$, соответствует периоду ограничения движения тяжеловесных транспортных средств.

Значение предельно допускаемого прогиба устанавливается расчётом в соответствии с ОДН 218.1.052-2002 [107] или приближённо, проведением последовательно испытаний нагрузкой одних и тех же контрольных точек в разные сезоны года, когда принимается за допускаемое значение прогиба в начале осеннего недождливого периода (Апестин В.К., Дудаков А.И., Стрижевский А.М. Основные принципы сезонного ограничения движения и оценки ущерба от проезда по дорогам тяжеловесных автотранспортных средств. - М., 1996. - С. 81-91. - (Сб. тр. / ГП "Росдорнии"; Вып. 2).

Ориентировочно продолжительность неблагоприятного (весеннего) периода в сутках $T_{огр}$ в районах с сезонным промерзанием грунтов земляного полотна допускается определять по формуле

$$T_{огр} = \frac{h_{пр}}{V_{от}},$$ где (20.1)

$h_{пр}$ - глубина промерзания грунта земляного полотна в см;

$V_{от}$ - среднесуточная скорость оттаивания, равная 1-3 см/сут (определяют по скорости опускания нулевой изотермы, приведённой в климатических справочниках).

Для определение даты начала периода ограничения движения возможно использовать [56] специальные стационарные посты контроля температуры грунта земляного полотна. Оборудование стационарного поста включает измерительный прибор типа ЭТП-М и обсадные устройства (зонды), устанавливаемые в дорожную

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

конструкцию (рис. 20.1) в непосредственной близости от контрольной точки, используемой для испытания дорожной одежды нагрузкой.

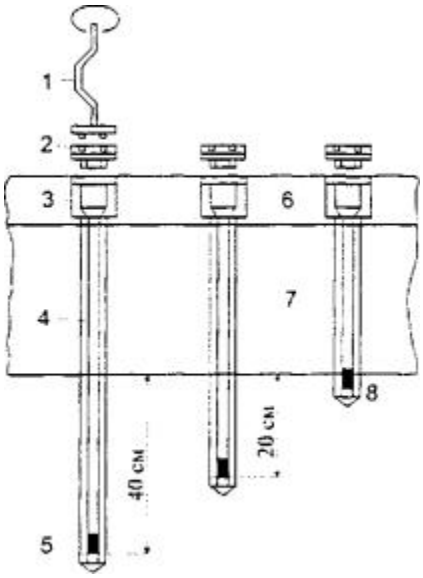


Рис. 20.1. Размещение зондов в дорожной конструкции:
1 - ключ; 2 - крышка; 3 - оголовок; 4 - пластиковая труба; 5 - наконечник с масляной ванной; 6 - покрытие; 7 - основание дорожной одежды; 8 - грунт земляного полотна

Замеры начинают, когда дневная температура воздуха весной в течение двух-трёх дней уже не опускается ниже 0°С. По результатам замеров температуры грунта, проводимых в течение 5-7 дней, прогнозируют дату достижения грунтом температуры его оттаивания. Установлено, что суглинистые и глинистые грунты оттаивают при температуре 2-4°С, а супесчаные и песчаные - от 0 до 2°С. По моменту достижения этих температур вводят начало ограничения движения тяжеловесных транспортных средств.

Начиная с 60-х гг., было предложено несколько способов ограничения движения по осевым нагрузкам. Однако они не учитывали реальный запас прочности дорожной одежды на многократно повторяющееся действие транспортных нагрузок в пределах остаточного срока службы конструкции. Известно также решение, которое недопустимо ориентируется на расчётную прочность дорожной одежды, достаточную только для одного текущего года работы. В результате допустимая интенсивность движения завышалась или занижалась более чем в 2-3 раза.

Более точно сезонное ограничение движения осуществляют из условия обеспечения работоспособности дорожной конструкции в пределах расчетного межремонтного срока службы дорожной одежды или до планируемого начала производства работ по её усилению [107]. Во всех случаях пропускаемое

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

суммарное движение, приведённое к расчётным автомобилям, в оставшийся период эксплуатации $t_{ост} = T_н - t_ф$ не должно превышать ресурса дорожной одежды (предельно возможное количество проездов расчётных нагрузок, при котором достигается расчётный уровень надёжности конструкции и предельное состояние покрытия по ровности). Здесь $T_н$ и $t_ф$ - соответственно нормативный межремонтный (расчётный) срок службы дорожной одежды (см. раздел 11.3) и фактический период её эксплуатации до рассматриваемого момента времени.

Допустимую интенсивность движения расчётных автомобилей на полосу $N_д$ в первый год после проведения полевых испытаний определяют с учётом изменения интенсивности движения во времени по геометрической профессии [107]:

$$N_д = \frac{10^M \cdot (q-1)}{\gamma \cdot \varphi^* \cdot \left(q^{t_{ост}} - 1\right)},$$ где

(20.2)

$$M = \frac{E_i - A}{B} + 1,$$

(20.3)

$$E_i = \frac{E_ф \cdot X_i}{K_{сц}} \cdot \frac{1}{K_{пр} \cdot K_{рег} \cdot K_з},$$ где

(20.4)

q - показатель роста интенсивности движения во времени ($q > 1$);

$t_{ост}$ - время до планируемого начала работ по усилению дорожной одежды или время в пределах оставшегося периода её эксплуатации до ремонта ($t_{ост} = t_р - t_ф$);

g - параметр для капитальных, облегченных и переходных дорожных одежд, соответственно g = 0,12; 0,148 и 0,171;

w^* - коэффициент, учитывающий агрессивность воздействия расчётных автомобилей в разных погодно-климатических условиях (w^* = 0,7-3,5);

A; B - эмпирические коэффициенты, принимаемые при статическом нагружении дорожных конструкций колесом автомобиля соответственно 125 и 68 МПа; при динамическом нагружении 145 и 77 МПа;

$E_ф$ - фактический модуль упругости дорожной конструкции, соответствующий расчётному уровню надёжности нежёсткой дорожной одежды, МПа;

X_i - параметр, зависящий от допускаемой вероятности повреждения покрытий (X_i = 1,05-1,6);

K_{cu} - коэффициент, учитывающий сопротивление конструктивных слоев сдвигу и растяжению при изгибе в разных ДКЗ (K_{cu} = 1,09-1,92);

$K_{пр}$ - коэффициент относительной прочности дорожной одежды ($K_{пр}$ = 0,63-1,0);

$K_{рег}$ - региональный коэффициент, принимаемый равным 0,85 и 1,0 соответственно для V и остальных дорожно-климатических зон;

K_z - коэффициент, учитывающий влияние фактической интенсивности движения (K_z = 0,3-1,07).

Дорожные знаки, ограничивающие осевые нагрузки транспортных средств в период сезонного ограничения движения, должны соответствовать наибольшим осевым нагрузкам грузовых автомобилей, допускаемых для проезда по недостаточно прочным участкам. Определение типов таких автомобилей осуществляют методом последовательного исключения из состава движения отдельных автомобилей, добиваясь примерного равенства допустимой и фактической интенсивности движения, приведённой к расчётным нагрузкам:

$$N_д = f \cdot N_ф \sum_{1}^{n} \alpha_j \cdot p_j,$$

где

(20.5)

f - коэффициент, принимаемый в зависимости от количество полос движения на дороге (табл. 20.2);

$N_ф$ - интенсивность движения транспортного потока после исключения тяжеловесных транспортных средств, авт/сут;

v - количество типов автомобилей, остающихся на дороге после исключения из состава движения тяжеловесных транспортных средств;

a_j; p_j - соответственно коэффициент приведения и доля j-того автомобиля, допускаемого для движения в период сезонного ограничения движения. Коэффициенты приведения автомобилей a_j к расчётным назначают с учётом типа дорожной одежды.

Таблица 20.2

Число полос	1	2	3	4	6
f	1	0,55	0,5	0,35	0,30

Рекомендуется прежде всего исключать из состава движения тяжёлые транспортные средства, оказывающие наибольшее разрушающее воздействие на дорожные одежды. Однако выбор типов автомобилей для ограничения в целом является технико-экономической задачей. Можно рассматривать снятие с дороги как тяжелых, так и лёгких грузовых автомобилей, но при условии, чтобы суммарное количество проездов автомобилей, приведенных к расчётным автомобилям, не превышало допустимой интенсивности движения.

Ориентировочно допустимые осевые нагрузки грузовых автомобилей в зависимости от коэффициента прочности дорожной одежды можно определить по табл. 20.3, справедливой для средних условий.

Таблица 20.3

Среднее значение $K_{пр}$	Допустимые осевые нагрузки, кН
1,00	100

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

0,92	80
0,80	70
0,70	50

Пучинистые участки и участки с остаточным фактическим сроком службы дорожной одежды $T_ф < 1$ года целесообразно полностью закрывать для движения грузовых автомобилей в весенние периоды года. Фактический срок службы дорожной одежды при отсутствии ограничений движения, годы:

$$T_ф = \frac{1}{\lg q} \lg \left[\frac{10^M \cdot (q-1)}{\gamma \cdot \omega^* \cdot N_c \cdot q} + 1 \right],$$ где

(20.6)

N_c - фактическая интенсивность движения на дороге, приведённая к расчётному автомобилю, до ввода ограничения движения, авт./сут.

В период сезонного ограничения движения при фактическом сроке службы дорожной одежды $T_ф > 1$ года допускается по технико-экономическим соображениям строго контролируемый пропуск транспортных средств со сверхдопустимой осевой нагрузкой, но при условии компенсации ущерба владельцами транспортных средств и недопущения перехода дорожных одежд в предельное состояние по прочности в течение одного сезона года. Такой подход правомерен в условиях недостаточной прочности дорожных конструкции (Постановление Конституционного суда России по делу о проверке конституционности постановления Правительства Российской Федерации от 26.09.95 № 962 «О взимании платы с владельцев или пользователей автомобильного транспорта, перевозящего тяжеловесные грузы, при проезде по автомобильным дорогам общего пользования» и от 14.10.96 № 1211 «Об установлении временных ставок платы за провоз тяжеловесных грузов по федеральным автомобильным дорогам и использования средств, получаемых от взимания этой платы». М., 17.07.98 № 22-П.).

Для определения фактического ежегодного ущерба и величины платы за проезд тяжеловесных транспортных средств в любой год сезонного ограничения движения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

на недостаточно прочных участках автомобильной дороги ($K_{пр} = E_ф/E_{тр} < 1$) необходимо учитывать закономерности снижения требуемых и фактических модулей упругости дорожных одежд и земляного полотна (рис. 20.2).

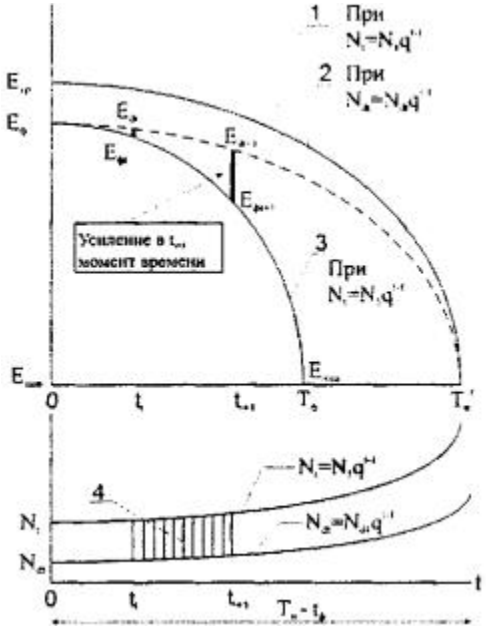


Рис. 20.2. Изменения прочностных показателей дорожной конструкции при проезде тяжеловесных транспортных средств:
1 - расчётное измерение требуемого модуля упругости; 2 - то же, при условии ограниченного движения; 3 - то же, при отсутствии ограничения по осевым нагрузкам; 4 - область, определяющая *i*-тую годовую повторяемость проезда расчетных автомобилей, которые приводят к недопустимому снижению несущей способности; $T_н$, $T_ф$ - соответственно нормативный и фактический межремонтные сроки службы дорожной одежды; $t_ф$ - фактический период эксплуатации на момент полевых измерений прочности дорожной одежды

При полном ограничений движения на дороге обеспечивается необходимая работоспособность дорожной одежды в пределах межремонтного срока её службы и движение транспортных средств с допустимыми осевыми нагрузками осуществляется без взимания какой-либо платы. В связи с этим закономерность снижения модулей упругости конструкции E_{dt} при допустимой интенсивности движения расчётных автомобилей N_{dt} на полосу (см. линию 2 на рис. 20.2) рассматривается в качестве требуемой для решения вопроса об усилении дорожной одежды. Параметры закономерности снижения фактических модулей упругости дорожной конструкции во времени t_i (см. линию 3 на рис. 20.2) при $N_1 = N_c \cdot q$ определяют по формулам

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$E_{\phi t} = E_i \cdot K_{np} \cdot K_{per} \cdot \frac{K_{cu}}{X_i} \cdot K_g;$$

(20.7)

$$E_i = A + B\left[\lg\left(\gamma \cdot \omega^* \cdot N_1 \frac{q^{T_\phi} - q^{t_i}}{q-1}\right) - 1\right].$$

(20.8)

Формула (20.8) справедлива при величине выражения под логарифмом ³ 5.

Назначение требуемых показателей прочности E_{dt} на момент t_i осуществляют по ОДН 218.1.052-2002 [107] при замене N_1 на N_{dt+1} и использовании $t = T_н - (t_i + t_ф)$.

Ежегодный ущерб DC_{t+1} от проезда тяжеловесных транспортных средств за период (t_{i+1} - t_i) с учётом отдалённости затрат на усиление дорожной одежды:

$$\Delta C_{t+1} = (C_{t+1} - C_t)\frac{1}{(1+E_{нп})^{t^*}},$$ где

(20.9)

t^* - планируемый год усиления дорожной одежды от момента ввода ограничения движения на дороге;

$E_{нп}$ - норматив для приведения разновременных затрат [106];

C_t; (C_{t+1}) - затраты на усиление дорожной одежды (Апестин В.К., Дудаков А.И., Стрижевский А.М. К вопросу организации движения в условиях недостаточной прочности нежёстких дорожных одежд // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: задачи и решения. - М., 2001. - С. 121 - 131. - (Сб. науч. тр. / ГП "Росдорнии") (руб./км), связанное с проездом тяжеловесных транспортных средств за

период с начала ограничения движения до рассматриваемого момента времени

$C_t = 142{,}857 \cdot B_ш \cdot Z_д \cdot K_t \cdot X_t \cdot a \cdot (e^{b \cdot E_{dt}} - e^{b \cdot E_{фt}})$, где (20.10)

$B_ш$ - ширина полосы движения проезжей части, м;

$Z_д$ - эмпирический коэффициент, учитывающий затраты по другим видам работ, выполняемым одновременно с работами по ремонту дорожной одежды (Апестин В.К., Красько Г.В. О планировании затрат на капитальный ремонт//Автомобильные дороги. - 1985. - № 10. - С.15-16);

K_t - территориальный коэффициент стоимости;

a, b - эмпирические коэффициенты, характеризующие изменение стоимости 1 м^2 дорожной конструкции в зависимости от величины её эквивалентного модуля упругости (для средних условий: a = 29,05 и b = 0,0075);

X_t - коэффициент, характеризующий изменение стоимости ремонта (усиления) дорожной одежды по отношению к 1991 г.

В рассматриваемом случае уточнения формулы (20.9) за счёт учёта износа дорожного покрытия не требуется, поскольку межремонтные сроки службы покрытий определяются интенсивностью движения транспортного потока и не зависят от показателей прочности дорожной одежды (см. раздел 11.3). В случае принятия решения о допущении проезда ограниченного количества тяжеловесных транспортных средств на компенсационной основе, как правило, транспортный поток уменьшается (в самом невыгодном случае - сохраняется), что способствует увеличению (сохранению), а не уменьшению межремонтных сроков службы.

Количество проездов DN_{t+1} тяжеловесных транспортных средств вызывающее ущерб DC_{t+1} за период (t_i - t_{i+1}):

$$\Delta N_{t+1} = n \cdot \left(\frac{q^{t_{i+1}} - q^{t_i}}{q - 1} \right) \cdot (N_1 - N_{d1}),$$ где (20.11)

n - продолжительность периода ограничения движения, сутки.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Формула (20.11) справедлива при 1 £ t_i £ $T_ф$ в пределах $t_{ост} = T_н - t_ф$.

С учётом [74] фактическая стоимость проезда Y_j (руб/км) любого j-того тяжеловесного транспортного средства, допускаемого для движения с компенсацией ущерба, в рассматриваемый t_i год ограничения движения:

$$Y_j = \frac{\Delta C_{i+1}}{\Delta N_{i+1}} \cdot \alpha_j,$$ где

(20.12)

a_j - коэффициент приведения тяжеловесного автомобиля или автопоезда к расчётному двухосному автомобилю с нагрузкой на заднюю ось 100 кН (с учётом воздействия всех осей транспортного средства) [107]:

$$\alpha_j = \sum_{1}^{к} \alpha_{ocj},$$

(20.13)

$к$ - количество осей в тяжеловесном транспортном средстве; тележки со сближенными осями (расстояние между осями менее 2 метров) приводятся к одной оси, эквивалентной по воздействию на дорожную одежду [107];

a_{ocj} - коэффициент приведения j-той оси тяжеловесного транспортного средства к расчётной:

$$\alpha_{ocj} = \left[\frac{Q_j}{Q_р}\right]^{4},$$ где

(20.14)

b - коэффициент, принимаемый для капитальных, облегчённых и переходных дорожных одежд соответственно 4,4; 3 и 2;

Q_p; Q_j - осевые нагрузки в кН расчётного автомобиля и тяжеловесного транспортного средства соответственно (как для односкатных, так и для двускатных осей грузовых автомобилей).

Для обеспечения необходимой работоспособности дорожной одежды в условиях ее эксплуатации при допущении ограниченного проезда тяжеловесных транспортных средств в период сезонного ограничения движения по осевым нагрузкам необходим постоянный контроль количества пропускаемых тяжеловесных нагрузок. В общем случае количество тяжеловесных транспортных средств, приведённых к расчётным автомобилям за период с момента ввода ограничения движения по осевым нагрузкам до года усиления конструкции, не должно превышать предельно допускаемый объём тяжеловесных нагрузок на полосу за фактический срок службы дорожной одежды $T_ф$:

$$\sum_{1}^{T}\sum_{1}^{\lambda} N_j \cdot \alpha_j \le n \cdot \frac{q^{T_ф}-1}{q-1}\left(N_1 - N_{d1}\right),$$

(20.15)

T - число лет ограничения движения до года усиления дорожной одежды;

l - количество типов тяжеловесных транспортных средств, допускаемых к проезду, в период ограничения движения на платной основе;

N_j - количество тяжеловесных транспортных средств *j*-того типа, пропущенных по дороге за рассматриваемый период ограничения движения.

Контроль за проездом осуществляют либо на имеющихся стационарных пунктах весового контроля, либо на специально устроенных временных пунктах контроля в местах, через которые невозможен бесконтрольный проезд по автомобильным дорогам с пониженной несущей способностью. Для практических целей при определении типов тяжеловесных транспортных средств и стоимости их проезда в условиях сезонного ограничения движения целесообразно использовать вычислительную технику и, частности, программу «SPA», разработанную МАДИ и ГП "Росдорнии".

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

20.3. Порядок пропуска негабаритных и тяжеловесных грузов

В последние годы наблюдается рост перевозок крупногабаритными и тяжеловесными транспортными средствами по автомобильным дорогам общего пользования, вызывающими повышенный износ дорожных конструкции. Для обеспечения сохранности автомобильных дорог в этих условиях необходимы специальные меры как технического, так и организационного характера и, в частности, выдача специальных разрешений на осуществление перевозок.

Для автомобильных дорог общего пользования, отвечающих требованиям по техническому уровню и эксплуатационному состоянию, крупногабаритным или тяжеловесным считается транспортное средство, размеры которого (с грузом или без груза) или весовые параметры превышают хотя бы один из показателей, указанных в разделе 3.4 настоящего справочника.

Перевозка тяжеловесных и негабаритных грузов предусмотрена Правилами дорожного движения при условии обеспечения определённых требований к внешнему оформлению транспортных средств, соблюдения согласованного скоростного режима движения и предписаний специальных правил [36]. Транспортное средство, перевозящее крупногабаритный груз, должно быть обозначено опознавательным знаком «Крупногабаритный груз» и иметь на крыше кузова включённый проблесковый маячок оранжевого или жёлтого цвета для предупреждения участников движения об опасности. Дополнительно в темное время суток и в условиях недостаточной видимости транспортное средство должно быть оборудовано: спереди - фонарём или световозвращателем белого цвета, сзади - фонарём или световозвращателем красного цвета. Запрещается при перевозке грузов использовать в качестве тягачей колёсные фактора на федеральных автомобильных дорогах и гусеничные - на всех автомобильных дорогах с усовершенствованным покрытием.

Перевозка крупногабаритных и тяжеловесных грузов может осуществляться только на основании специальных разрешений, выдаваемых на основе подаваемых заявок:

на международные перевозки - Государственной службой дорожного хозяйства «Росавтодор» или органом, уполномоченным этой службой;

на межрегиональные и местные перевозки - органами управления автомобильными дорогами, обслуживающими соответствующую сеть автомобильных дорог общего пользования.

Разрешения могут выдаваться разовые на конкретный маршрут перевозок или на срок действия от 1 до 3 месяцев в зависимости от характера перевозок и категории перевозимых грузов. Согласование маршрута перевозок дорожными органами, органами ГИБДД и другими организациями, интересы которых затрагивает

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

осуществляемая перевозка (подземные коммуникации, воздушные линии электроосвещения и др.), проводится в срок от 10 до 30 дней с момента подачи и регистрации заявки. При согласовании маршрута оценивается технический и эксплуатационный уровень автомобильных дорог, рассматриваются вопросы обеспечения безопасности дорожного движения, сохранность дорог и дорожных сооружений. В необходимых случаях перевозка может осуществляться по специальному проекту, предусматривающему проведение специальных мер по усилению искусственных сооружений и мер по безопасности перевозок. Перевозку грузов тяжеловесными транспортными средствами, как правило, осуществляют в нерасчётные летние и зимние периоды года. При необходимости перевозок в другие сезоны года выбор маршрута осуществляют с учётом фактического состояния дорожных одежд по прочности, определяемого по результатам диагностики дорог.

В ходе согласования маршрута перевозок оценивается возможный ущерб, наносимый дорогам и дорожным сооружениям используемыми транспортными средствами. Оплата за ущерб (копия платежного поручения) является обязательным условием для выдачи разрешения на перевозку крупногабаритных и тяжеловесных грузов. Плата за ущерб взимается в соответствии с постановлениями Правительства Российской Федерации от 26.09.1995 г. № 962 и от 24.06.1998 года № 638. (Вопросы взимания платы за проезд тяжеловесных грузов регулируются постановлениями Правительства и нормативными документами Министерства транспорта Российской Федерации:

1. Правительство Российской Федерации. Постановление от 26.09.1995 г. № 962 «О взимании платы с владельцев или пользователей автомобильного транспорта, перевозящего тяжеловесные грузы, при проезде по автомобильным дорогам общего пользования».

2. Правительство Российской Федерации. Постановление от 24.06.1998 г. № 638 «О сборе за проезд автотранспортных средств, зарегистрированных на территории иностранных государств, по автомобильным дорогам Российской Федерации».

3. Положение о порядке компенсации ущерба, наносимого тяжеловесными автотранспортными средствами при проезде по федеральным автомобильным дорогам. Министерство транспорта Российской Федерации. Зарегистрировано Минюстом России 20.06.97 № 1334.

4. Об утверждении основных маршрутов следования по федеральным автомобильным дорогам тяжеловесных транспортных средств, осуществляющих международные перевозки. (Приказ ФДС России от 19.10.98 № 351).

Заявления по экстренному пропуску тяжеловесных и крупногабаритных грузов для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, крупных аварий, а также тяжеловесных грузов оборонного значения при выполнении специальных заданий

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

по маршрутам, согласованным с Министерством транспорта Российской Федерации, рассматриваются в оперативном порядке. При этом плата за проезд не взимается. Расчёт платы за проезд осуществляется согласно временным ставкам платы за провоз тяжеловесных грузов по федеральным автомобильным дорогам в зависимости от превышения полной и осевой масс транспортного средства, протяженности или длительности работы на маршруте (табл. 20.4).

Таблица 20.4

Характеристики автотранспортных средств, превышающие предельно допустимые значения	Размеры ставок платы (в единицах от установленного законом минимального размера оплаты труда в Российской Федерации)		
	за каждые 100 км пути	за каждый день работы (300 км)	за месяц работы (18 дней)
Превышение полной массы автотранспортного средства, т			
£ 5	1,1	3,3	59,4
5-7	1,1-1,5	3,3-4,5	59,4-81,0
7-10	1,5-2,1	4,5-6,3	81,0-113,4
10-15	2,1-2,9	6,3-8,7	113,4-156,6
15-20	2,9-4,0	8,7-12,0	156,6-216,0
20-25	4,0-5,4	12,0-16,2	216,0-291,6
25-30	5,4-7,0	16,2-21,0	291,6-378,0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

30-35	7,0-8,7	-	-
35-40	8,7-10,9	-	-
40-45	10,9-13,4	-	-
45-50	13,4-16,2	-	-
> 50	По отдельному расчёту		
Превышение осевой массы автотранспортного средства, %			
£ 10	4,2	12,6	226,8
10-20	4,2-5,98	12,6-17,94	226,8-322,92
20-30	5,98-12,2	17,94-36,6	322,92-658,8
30-40	12,2-16,2	36,6-48,6	658,8-874,8
40-50	16,2-21,1	48,6-63,6	874,8-1144,8
50-60	21,1-26,3	-	-
> 60	По отдельному расчёту		

П р и м е ч а н и е. Промежуточные значения определяются методом линейной интерполяции.

В целях обеспечения сохранности федеральных дорог и упорядочения движения тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств утверждены (Об

утверждении основных маршрутов следования по федеральным автомобильным дорогам тяжеловесных транспортных средств, осуществляющих международные перевозки. Приказ ФДС России от 19.10.98 № 351.) для них 44 основных маршрута следования (класс дорог М1, М18, М" и др.) транспортных средств, осуществляющих международные перевозки.

Перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов, как правило, выполняются в светлое время суток при сопровождении груза автомобилем прикрытия или патрульным автомобилем ГИБДД МВД России. Перевозки запрещаются во время гололёда и при метеорологической видимости менее 100 м.

Сопровождение автомобилем прикрытия обязательно во всех случаях, когда ширина транспортного средства с грузом превышает 3,5 м и длина автопоезда более 24 м. Участие в сопровождении патрульного автомобиля ГИБДД необходимо, если ширина транспортного средства и длина автопоезда превышают соответственно 4 и 30 м.

Контроль за соблюдением допустимых весовых параметров и габаритов транспортных средств осуществляют органы управления автомобильными дорогами, органы Российской транспортной инспекции и Государственная инспекция безопасности дорожного движения. При выявлении каких-либо нарушений должностные лица, имеющие отношение к организации процесса перевозки, несут ответственность в установленном порядке.

20.4. Весовой контроль на автомобильных дорогах

С целью обеспечения сохранности сети автомобильных дорог общего пользования путём предупреждения и пресечения несанкционированных перевозок тяжеловесных грузов автомобильным транспортом в Российской Федерации организована система весового контроля автотранспортных средств. Основными задачами этой системы являются контроль и регулирование проезда автотранспортных средств, перевозящих тяжеловесные грузы, а также обеспечение сезонных ограничений проезда грузовых автомобилей по участкам автомобильных дорог с недостаточно прочными дорожными конструкциями.

Регулирование проезда автотранспортных средств, перевозящих тяжеловесные грузы, а также проезд грузовых автомобилей по участкам автомобильных дорог с недостаточно прочными дорожными конструкциями в период сезонных ограничений осуществляется с помощью системы выдачи специальных пропусков, базирующейся на результатах диагностики автомобильных дорог. Пропуска предусматривают компенсацию перевозчиками ущерба, наносимого автомобильным дорогам и дорожным сооружениям проездом автотранспортных средств, перевозящих тяжеловесные грузы. В случае необходимости разрабатываются специальные проекты на пропуск по автомобильным дорогам автотранспортных средств, перевозящих тяжеловесные и крупногабаритные грузы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Проекты могут предусматривать усиление дорожных конструкций и искусственных сооружений, строительство временных объездов, временный перенос коммуникаций.

Весовой контроль автотранспортных средств осуществляется на стационарных постах весового контроля (ПВК), а также мобильными бригадами, оснащёнными переносными автомобильными весами. Стационарные посты весового контроля устраивают в узловых грузообразующих точках (в том числе в районе расположения: морских и речных портов, аэропортов, автотранспортных и железнодорожных терминалов, крупных промышленных и сельскохозяйственных предприятий) и на пограничных переходах. В местах возможных объездов стационарных постов весового контроля работают мобильные бригады, оснащённые переносными автомобильными весами. Организационно весовым контролем автотранспортных средств занимаются подразделения Государственной службы дорожного хозяйства совместно с представителями ГИБДД и подразделения Российской транспортной инспекции Министерства транспорта Российской Федерации.

В состав стационарного поста весового контроля входят:

стационарные весы для определения осевых нагрузок автотранспортных средств в процессе их движения по автомобильной дороге;

специальная площадка для точного взвешивания автотранспортных средств;

переносные либо стационарные весы для взвешивания автотранспортных средств на специальной площадке;

помещение для персонала и аппаратуры, обеспеченное электроэнергией и средствами связи;

информационная система сбора, обработки, накопления и передачи данных;

система освещения поста весового контроля;

средства регулирования дорожного движения;

охраняемая стоянка для задержанных транспортных средств.

Примерные схемы размещения стационарных постов весового контроля приведены на рис. 20.3.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

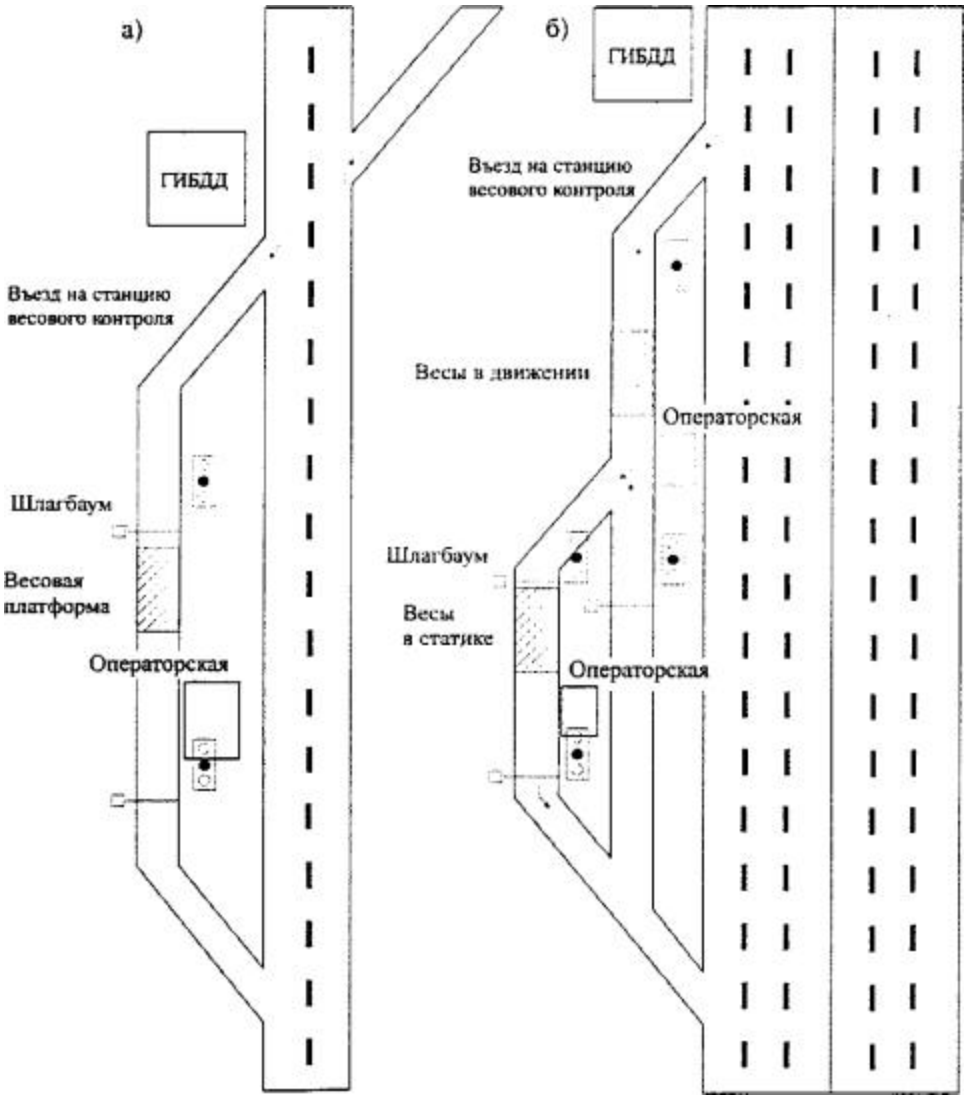


Рис. 20.3. Организация движения в зоне работы ПВК:
а - на двухполосной дороге; б - на четырехполосной магистрали

В состав мобильной группы весового контроля входит:

автомобиль;

переносные весы;

средства связи.

Для проведения весового контроля допускается использовать только сертифицированное оборудование. В обязательном порядке следует обеспечивать поверку используемых средств измерения в территориальных органах Госстандарта России, согласно Закону Верховного Совета Российской Федерации

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

«Об обеспечении единства измерений» (от 27.04.93 г. № 4871-1/93 с изм. от 30.12.2001 г. № 195-ФЗ и от 10.01.2003 г. № 15-ФЗ). Тарировка весового оборудования должна проводиться не реже одного раза в год с обязательным пломбированием.

Для определения весовых параметров автотранспортных средств используют стационарные и переносные дорожные весы.

Стационарные дорожные весы могут быть двух типов:

весы для взвешивания неподвижного автотранспортного средства;

весы для взвешивания автотранспортного средства в движении.

Конструктивно стационарные дорожные весы могут быть выполнены как весы поколёсного взвешивания, весы поосного взвешивания и как платформенные весы.

Переносные дорожные весы предназначены в основном для взвешивания неподвижных автотранспортных средств и выполнены в виде весов поколёсного взвешивания. Стационарные весы для взвешивания автотранспортного средства в движении устраивают непосредственно на проезжей части автомобильных дорог, а также на специальных площадках постов весового контроля для взвешивания неподвижного автотранспортного средства. Переносные дорожные весы можно использовать на любых горизонтальных площадках с твёрдым покрытием.

При взвешивании автотранспортного средства определяют:

нагрузку на каждое колесо и на каждую ось автотранспортного средства;

общий вес автотранспортного средства;

расстояние между осями автотранспортного средства.

Как правило, на стационарных постах весового контроля выполняется автоматизированный учёт интенсивности и состава дорожного движения.

Взвешивание автотранспортных средств в движении производится для предварительного отбора автомобилей, нуждающихся в более детальной проверке. Отобранные автомобили проверяют на специальной площадке для точного взвешивания автотранспортных средств. Автомобили, не имеющие специального разрешения на перевозку тяжеловесных грузов, направляют на специальные охраняемые стоянки.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

20.5. Ограждение мест производства дорожных работ и организация движения

Комплекс мер по ограждению мест производства работ и организации движения на участке ремонта должен решать две главные задачи: создание безопасных условий труда работающих на ремонте и обеспечение непрерывного и безопасного движения автомобилей.

До начала дорожных работ дорожная организация должна составить привязанные к местности схемы организации движения транспортных средств и пешеходов на участке проведения работ. На схемах показывают геометрические параметры ремонтируемого участка (ширина проезжей части и обочины, радиусы кривых в плане, продольный уклон, тип покрытия и т.д.) с указанием искусственных сооружений, расположения съездов, въездов и объездов, мест расстановки дорожных знаков, нанесения при необходимости временной разметки, ограждений, расположения сигнальных фонарей, складирования строительных материалов. На схеме указывают вид и характер дорожных работ, сроки их исполнения, наименование организации, проводящей работы, телефоны и фамилии должностных лиц, составивших схему и ответственных за проведение работ. На границах участков дорожных работ следует установить информационные щиты, на которых указывают организацию, фамилию ответственного лица, руководящего работами, и номер его служебного телефона.

Технические средства организации движения устанавливают в соответствии с типовыми схемами, приведенными в Инструкции по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ. Когда условия проведения работ и движения транспортных средств не соответствуют ни одной из типовых схем, имеющихся в Инструкции, составляют индивидуальную схему организации движения, которую согласовывают с ГИБДД.

Участки, на которых выполняются работы по содержанию и ремонту, ограждают дорожными знаками, барьерами, щитами, тросовыми и канатными ограждениями с цветными и светоотражающими флажками, конусами. Дорожные рабочие должны быть одеты в специальные жилеты ярко-оранжевого цвета. Дорожные машины на период тёмного времени суток убирают за пределы земляного полотна. Как исключение, их можно разместить не ближе 1,5 м от границы ближайшей полосы, по которой осуществляется движение. При этом дорожные машины должны быть ограждены с обеих сторон барьерами с сигнальными фонарями жёлтого цвета, которые зажигают с наступлением темноты. Барьеры устанавливают на расстоянии 10-15 м от машин. Существует определённый порядок организации дорожного движения на участках ремонта. В первую очередь создают объезды, размещают временные дорожные знаки, поперечные и продольные ограждения. В местах объезда устанавливают знаки «Схема объезда» и «Направление объезда». В отдельных случаях на обочинах

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

рядом с первым дорожным знаком устанавливают транспаранты «Ремонт дороги», «Ремонт моста» и т.п. Временные дорожные знаки устанавливают на переносных стойках или барьерах на обочинах не ближе 1 м к кромке проезжей части на высоте 1,5-1,75 м. Поперечные ограждения имеют высоту 120 см, ширину 210 см. Их выставляют перпендикулярно к движению, а в местах объезда - под углом 60-75°. Продольное ограждение устраивают из вех, стоек, штакетного барьера, конусов.

При проведении работ на половине ширины проезжей части, когда оставшаяся половина используется для попеременного пропуска транспортных средств в различных направлениях, максимальную протяжённость ремонтируемого участка следует назначать в соответствии с имеющейся на дороге интенсивностью движения (при 40 % легковых автомобилей в потоке):

Интенсивность движения, авт/ч	100	200	300	400	500
Протяжённость ремонтируемого участка, м	350	150	80	50	30

Если технология требует проведения работ на участке длиной, более указанной, необходимо вводить принудительное регулирование движения.

Особенность организации движения при дорожных работах в горной местности заключается в том, что должен оказываться приоритет транспортным средствам, движущимся на подъем, независимо от того, с какой стороны дороги имеется сужение проезжей части.

На участках с ограниченной видимостью, где дорожные работы создают дополнительную опасность для транспортных средств, временные дорожные знаки следует размещать перед этими участками.

Места работ ограждают с помощью щитов, штакетных барьеров, стоек, вех, конусов, шнуров с цветными флажками, сигнальных огней. Щиты ограждения, штакетные барьеры рекомендуется устанавливать поперек проезжей части вплотную один к другому не ближе чем за 5-10 м до начала зоны проведения работ.

Стойки, вехи, конусы устанавливают, как правило, вдоль направления движения на расстоянии 10-15 м одни от других, а также под углом к оси проезжей части для отклонения транспортного потока на соседнюю полосу либо на съезд.

При нанесении на проезжую часть в местах производства дорожных работ линий разметки, расстановке направляющих конусов или вех, отклоняющих транспортные потоки, длину отгона следует назначать в соответствии с табл. 20.8.

Таблица 20.8

Рекомендуемая длина отгона ширины проезжей части, закрываемой для движения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Скорость на подходе, км/ч	$L_{отг}$, м, при ширине закрываемой проезжей части, м					
	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	7,5
30	12	20	25	30	35	50
40	20	30	40	50	60	70
50	30	40	50	60	80	110
60	45	55	65	75	95	125
80	60	65	75	85	100	130
100	80	90	100	105	115	160

В случае проведения дорожных работ на мостах принимают меры против случайного падения транспортных средств с моста, устанавливая временные удерживающие ограждения, а при наличии пешеходного движения и выполнении работ на тротуаре по обе стороны от моста устраивают временные пешеходные переходы.

Для обеспечения безопасности движения и охраны труда дорожных рабочих разработаны типовые схемы расстановки знаков и ограждений, которые обязательны для всех дорожных организаций. В темное время суток и во время тумана места производства работ должны быть оборудованы фонарями красного цвета. Для продольного ограждения применяют щиты с подвеской фонарей или светоотражающих знаков, расположенных через 15 м. При наличии перед ограждениями постоянных дорожных знаков, которые противоречат временным, их необходимо на время снять или зачехлить. После полного завершения работ убирают строительные материалы, планируют откосы, подметают покрытие. Только после этих работ разрешается снимать временные знаки и ограждения. В заключение устраняют выезды и съезды временных объездов.

Объезды должны обеспечивать на весь период производства работ круглосуточное движение. Если для объездов используют существующую сеть

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

дорог с твёрдым покрытием, то на всех примыканиях и пересечениях надо установить временные знаки со схемами объездов.

Выезды и въезды устраивают не ближе 20 м от места (зоны) работ. Как правило, создают двухполосные съезды шириной менее 6 м, реже однополосные шириной не менее 3,5 м. На однополосных съездах возможна организация двустороннего движения с помощью светофора или регулировщика. В таких случаях проезжая часть съезда должна иметь покрытие более высокого качества, обеспечивающее сокращение времени движения по объезду.

К геометрическим параметрам съездов предъявляют требования: радиусы кривых в плане не менее 30 м, радиусы примыкания съездов к дороге не менее 15 м, продольные уклоны до 10 %, в местах примыканий - до 6 %.

На участках, где устраивают временные объезды, возникает потребность в закрытии движения по основной дороге, кроме строительного транспорта. Существует определённый порядок закрытия движения.

Закрытие движения осуществляет дорожная организация по согласованию с ГИБДД. При длине временных объездов более 1 км и закрытии движения более чем на 5 дней дорожная организация обосновывает схему организации движения на ремонтном участке и за 10 дней представляет на согласование с местными органами ГИБДД. Участок дороги и временный объезд в соответствии с согласованной схемой оборудуют дорожными знаками и ограждениями не позднее чем за 3 дня до закрытия движения. О закрытии движения ставят в известность областные автоуправления. На местной сети дорог непосредственно закрытие движения осуществляют местные дорожные организации, на федеральных - соответствующие управления дорог.

При устройстве временных объездов на полосе отвода длиной до 1 км или при выполнении кратковременных работ (по поверхностной обработке, установке знаков, разметке проезжей части и т.д.) движение закрывает местная дорожная организация при обязательном согласовании схемы ограждений с ГИБДД.

До полного обустройства ремонтируемого участка временными знаками и ограждениями запрещается размещать на проезжей части и обочинах дорожные машины, инвентарь, материалы для ремонта.

Перед началом работ рабочие и машинисты дорожных машин должны быть проинструктированы по технике безопасности и схеме ограждения места работ, о применяемой условной сигнализации, подаваемой жестами и флажками, о порядке движения, маневрирования дорожных машин и транспортных средств в местах разворота, въездах и съездах, местах складирования материалов и хранения инвентаря. Применяемые при дорожных работах временные дорожные знаки, ограждения и другие технические средства (конусы, вехи, стойки, сигнальные

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

шнуры, сигнальные фонари, разметка и т.д.) устанавливают и содержат организации, выполняющие дорожные работы.

Основными средствами организации движения в местах производства дорожных работ являются временные дорожные знаки, разметка проезжей части, ограждающие и направляющие устройства и другие технические средства. Под временными дорожными знаками следует понимать те знаки, которые устанавливают только на время проведения дорожных работ. Необходимыми элементами организации движения на участках дорожных работ являются ограждающие средства (переносные барьеры, инвентарные щиты, стойки, вехи, конусы, сигнальные флажки) и вспомогательное оборудование (шнуры с цветными флажками, сигнальные фонари, переносные светофоры). Переносные ограждающие устройства должны быть прочными, транспортабельными и устойчивыми.

На дорогах вне населённых пунктов для обеспечения видимости ограждающие и направляющие устройства в тёмное время суток должны быть снабжены световозвращающими элементами размером 5´5 см, а на автомагистралях размером 10´10 см, закрепленными на верхней перекладине ограждающих устройств через 0,5 м. На автомагистралях, оборудованных осветительными установками, зона дорожных работ должна быть обозначена сигнальными фонарями, установленными на переносных барьерах или щитах из расчёта 1 фонарь на 1 м длины барьера или щита, установленного поперек дороги. Если инвентарные шиты устанавливают вдоль дороги, то фонари размещают на них через 15 м, при этом барьеры и щиты должны быть оборудованы устройствами для крепления фонарей.

Сигнальные фонари устанавливают на высоте 1,5-2 м над уровнем проезжей части. Мощность ламп в светильниках не должна превышать 15-25 Вт. Расстояние их видимости при нормальной прозрачности атмосферы должно равняться 150-300 м. Они не должны вызывать ослепления участников движения. Сигнальные фонари включают с наступлением вечерних сумерек, выключают с окончанием утренних сумерек. В дневное время фонари включают при наличии дымной мглы или тумана. Допускается установка мигающих сигнальных фонарей с частотой мигания 50-80 в минуту.

Особо опасные места (траншеи, котлованы, ямы, устраиваемое при укреплении обочины корыто глубиной 0,1 м и более) необходимо ограждать, применяя сигнальные шнуры или направляющие конусы, а также инвентарные щиты или барьеры, которые устанавливают на всем протяжении работ через 15 м и оборудуют сигнальными фонарями. При отсутствии электрического освещения такие места в тёмное время суток должны быть обозначены факелами. В населённых пунктах ограждающие шиты или барьеры оборудуют сигнальными фонарями, которые зажигают с наступлением сумерек.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Для сохранения оптимальной пропускной способности дороги не следует без необходимости ограничивать скорость движения в местах дорожных работ менее 40 км/ч. Для плавного снижения скоростей транспортных средств перед участком дорожных работ необходимо производить последовательное снижение скорости ступенями с шагом не более 20 км/ч. Временные дорожные знаки, регламентирующие ступенчатое Ограничение скоростей, располагают один от другого на расстоянии не менее 100 м. Число знаков, Ограничивающих скорость, зависит от разности скоростей до и после ограничения.

На автомагистралях с высокой среднесуточной интенсивностью движения целесообразно проводить дорожные работы в период спада интенсивности или в ночное время, при этом зона дорожных работ должна иметь освещение.

В зонах пересечений организация движения должна быть подчинена принципу очерёдности проведения дорожных работ, который состоит в следующем: работы начинают на второстепенных дорогах и отдельных элементах пересечений, постепенно переходя к наиболее загруженным, используя отремонтированные элементы для переключения на них движения.

ГЛАВА 21. Технический учёт, паспортизация и инвентаризация автомобильных дорог

21.1. Порядок технического учёта, инвентаризации и паспортизации автомобильных дорог

Технический учет и паспортизация проводятся с целью получения данных о наличии и техническом состоянии дорог и дорожных сооружений. Работы по учёту регламентированы нормативным документом «Типовая инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования. Минавтодор РСФСР» [99].

Единовременный (сплошной) государственный учёт и паспортизацию автомобильных дорог проводят по распоряжению Российского Федерального дорожного органа, управляющего дорожной отраслью. Государственный учёт и паспортизацию проводят организации и подразделения, подведомственные органам управления, за счёт ассигнований, выделяемых на ремонт и содержание дорог и дорожных сооружений.

Элементами дороги, подлежащими техническому учёту, являются: полоса отвода, придорожная полоса, земляное полотно, проезжая часть, искусственные сооружения, дорожные инженерные устройства, обстановка и озеленение дорог, здания дорожной и автотранспортной службы, находящиеся на балансе органа управления дороги.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

На основании материалов, представленных дорожными организациями, по каждой дороге составляются паспорт и сводная ведомость, а также ведомости наличия и технического состояния зданий и сооружений по каждой дороге.

Целью инвентаризации является получение данных о наличии и состоянии федерального имущества и имущества субъектов Российской Федерации, находящихся в оперативном управлении Российского федерального дорожного органа или органов управления дорогами субъектов Российской Федерации, а также создание условий для организации информационной системы по оперативному учёту наличия, состояния, использования и движения указанного имущества. По результатам инвентаризации также корректируется существующий паспорт автомобильной дороги либо составляется новый.

Инвентаризация федеральных автомобильных дорог и их имущества проводится на основании постановления Правительства Российской Федерации и соответствующего приказа Российского федерального дорожного органа.

Приказом о подготовке и проведении инвентаризации создается Центральная инвентаризационная комиссия, утверждается ее состав, указываются сроки её проведения, перечень инвентаризуемых дорог, источник финансирования работ по инвентаризации, утверждается форма отчётных баз данных (если в них произошли изменения), организации, в которые сдаются заполненные базы данных, организации, отвечающие за формирование и ведение соответствующего банка данных и порядок приёмки результатов работы по инвентаризации.

Инвентаризационные комиссии создаются в каждом федеральном управлении автодорог, управлении автомагистралей, территориальном органе управления федеральными автодорогами, в органах управления дорогами субъектов Российской Федерации.

Для формирования массива данных по инвентаризации автомобильных дорог и их имущества органами управления автомобильными дорогами используются в качестве инструкции «Рабочие типовые отчётные формы баз данных по инвентаризации автомобильных дорог», «Порядок проведения инвентаризации автомобильных дорог Российской Федерации и регламент заполнения типовых отчетных форм», а также программный комплекс «Инвентаризация» на магнитном носителе для создания базы данных.

Установлены единые правила заполнения, ведения и обновления базы данных по инвентаризации автомобильных дорог общего пользования и имущества, определен перечень основных показателей, подлежащих учёту при инвентаризации.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Обязательным условием проведения инвентаризации является организация информационной системы по оперативному учёту наличия, состояния, использования и движения указанного имущества.

Инвентаризация проводится на вновь построенных, реконструированных и введенных в эксплуатацию дорогах не позднее, чем через шесть месяцев после утверждения актов приёмочной комиссии, а на существующих дорогах не реже, чем 1 раз в 15 лет или в тех случаях, когда в состоянии дороги или ее участков (участка) ввиду чрезвычайных ситуаций произошли такие изменения, выявить которые без натурных обследований невозможно.

Учёт изменений, произошедших на объектах автомобильных дорог и их имущества в период между сплошными инвентаризациями, осуществляется на основе технического учета автомобильных дорог один раз в каждые 5 лет в соответствии с отраслевым стандартом, причем износ определяется данными бухгалтерского учета.

С целью выявления изменений, произошедших на дорогах, сооружениях и имуществе за текущий год и для внесения этих изменений в документы технического учёта (базы данных по инвентаризации автомобильных дорог и их имущества) по состоянию на 1 января следующего года проводят ежегодный учёт изменений.

Инвентаризацию проводят федеральные и региональные дирекции автомобильных дорог, а также органы управления автомобильными дорогами субъектов Российской Федерации.

К проведению инвентаризации на договорной основе могут привлекаться дорожно-эксплуатационные предприятия и организации, осуществляющие ремонт и содержание дорог по контракту (договору) с дорожными органами управления, а также научно-исследовательские, проектно-изыскательские и другие организации, имеющие опыт проведения работ по диагностике и оценке состояния автомобильных дорог и искусственных сооружений.

Инвентаризации подлежат автомобильные дороги, имущество, необходимое для их функционирования, а также земли, занятые полосами отвода этих автомобильных дорог, придорожными полосами и недвижимым имуществом.

Имущество федеральных автомобильных дорог, необходимое для обеспечения их функционирования, определяется перечнем № ФДС-24/405 от 11.02.98 и может числиться:

на балансе автомобильной дороги;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

на балансах предприятий, осуществляющих работы по содержанию автомобильной дороги на основании договоров подряда.

Инвентаризация указанного имущества должна проводиться вне зависимости от его балансодержателя и места нахождения (в полосе отвода, придорожной полосе или за их пределами).

Подсобные хозяйства, объекты соцкультбыта, жилфонд, имеющиеся на балансе автомобильной дороги или на балансах дорожных предприятий, не являются объектами инвентаризации.

Придорожные полосы как объекты не входят в состав автомобильной дороги, а представляют собой зоны с особым режимом землепользования. Земли под придорожными полосами и расположенные на них строения и сооружения могут находиться во владении, в том числе в собственности, расположенных там предприятий, хозяйств, а также граждан. Отвод указанных земель производится органами управления дорожным хозяйством только в случае реконструкции дорог, строительства или реконструкции искусственных сооружений и объектов на них и в ряде случаев может представлять собой отчуждение земель у их владельцев. Проведение инвентаризации указанных земель и объектов должно осуществляться с согласия и при участии их владельцев.

При технической инвентаризации уточняют перечень дорог общего пользования, их наименование и протяженность, устанавливают или уточняют геометрические параметры дорог, определяют тип и состояние покрытий, оценивают прочность дорожных одежд, проводят инвентаризацию мостов, путепроводов, эстакад, труб, тоннелей, галерей и других искусственных сооружений, учитывают служебные, технические и гражданские здания и сооружения, проводят учёт и дают общую оценку инженерных обустройств и обстановки, собирают данные об интенсивности движения и составе транспортных средств, устанавливают балансовую стоимость дорог и сооружений, относящихся к ним.

При инвентаризации необходимо в наибольшей степени использовать данные текущего технического учёта и паспортизации, проводимого постоянно в порядке, установленном Типовой инструкцией по техническому учёту и паспортизации автомобильных дорог общего пользования [99]. Учёт и паспортизацию проводят по каждой дороге в отдельности. Основными элементами, подлежащими техническому учёту, являются полоса отвода, земляное полотно, проезжая часть, искусственные сооружения, здания дорожной службы, дорожные инженерные устройства и обстановка дороги, здания автотранспортной службы.

Работы по техническому учёту и паспортизации разделяются на полевые и камеральные. К полевым относят натурные обследования, обмер дорог и дорожных

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

сооружений. Сроки обследования дорог устанавливают в соответствии со сроками паспортизации и инвентаризации.

К камеральным работам относят обработку материалов полевых обследований и при этом оформляют следующие документы технического учёта: технический паспорт с линейным графиком; карточки на мосты (путепроводы); карточки на трубы, на служебные, производственные и жилые здания; ведомости наличия и технического состояния мостов (путепроводов), тоннелей, труб, паромных переправ, подпорных стен, зданий дорожной службы, автобусных остановок, переходно-скоростных полос, дорожных знаков, ограждений, направляющих устройств, озеленения, тротуаров и пешеходных дорожек, укрепления обочин, съездов; ведомость наличия коммуникаций, находящихся в пределах полосы отвода; ведомость размеров полосы отвода; сводную ведомость наличия автомобильных дорог и сооружений на них, а также полевой журнал обследования дорожной одежды.

В состав документов технического учета участков грунтовых дорог местного значения входят только линейный график и карточки на мосты (путепроводы). Документы составляются в разрезе участков, обслуживаемых дорожно-эксплуатационными предприятиями. На их основе составляется по каждой дороге паспорт и сводная ведомость, а также сводная ведомость наличия и технического состояния зданий и сооружений.

Паспорт и сводную ведомость составляют в трёх экземплярах. Первый экземпляр паспорта, сводную ведомость и карточки на мосты (путепроводы) представляют в Государственную службу дорожного хозяйства или территориальный орган управления сетью дорог, второй остается в дорожном управлении, а третий является обменным.

Полевые работы по техническому учёту и паспортизации дорог выполняют специализированные партии, создаваемые дорожными управлениями, организациями и подразделениями. Состав партии, комплект инструментов и число транспортных средств устанавливают в каждом случае с учётом вида и объёма работ.

В соответствии с заданием при полевых работах снимают ситуацию, измеряют протяжённость дороги и её участков с продольными уклонами более допустимых, радиусами кривых в плане менее допустимых для данной категории дороги, ширину полосы отвода и земляного полотна, протяжённость покрытия каждого вида и ширину проезжей части в местах изменения покрытия, толщину дорожной одежды (если это поручено партии, проводящей технический учёт), протяжённость затопляемых, оползневых и вечномёрзлых участков, определяют тип грунта земляного полотна, состояние покрытия, объём снегоприноса, границы участков, обслуживаемых дорожно-эксплуатационными организациями, а также границы участков, смежных с другими автомобильными дорогами, количество,

местоположение и техническое состояние искусственных сооружений и зданий дорожной службы, собирают данные о количестве и местоположении элементов дорожных инженерных устройств, обстановки, озеленения, предприятий автотранспортной службы, коммуникаций, находящихся в пределах полосы отвода, съездов, пешеходных дорожек и тротуаров, укреплении обочин.

Начало и конец автомобильной дороги определяют по проектной исполнительной документации и уточняют на месте в дорожных организациях. Ситуацию наносят на линейный график условными обозначениями, указанными в приложении к нему и общепринятыми при топографической съёмке.

Качество покрытия оценивают по результатам натурного осмотра с учётом данных сезонных осмотров или детальных обследований дорог по трёхбалльной системе (хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

Толщину дорожной одежды определяют в трёх местах на каждом поперечнике из расчёта три поперечника на 1 км. Замер с устройством лунок делают только при отсутствии технической документации. В линейный график технического паспорта дороги заносят среднее арифметическое значение толщины конструктивных слоев дорожной одежды в местах изменения конструкций.

Обследование и описание искусственных сооружений производят настолько подробно, чтобы ответить на все вопросы учётной карточки искусственного сооружения. Собранные в результате полевых обследований сведения о состоянии дороги и сооружений на ней обрабатывают в соответствии с типовой инструкцией и заносят в паспорт, который представляет собой книгу в жёстком переплёте размером 297´420 мм и содержит схему автомобильной дороги, общие данные о ней, экономическую и техническую характеристики, денежные затраты и основные объёмы выполненных работ, линейный график.

Схему автомобильной дороги (раздел 1 паспорта) составляют в произвольном масштабе в зависимости от её протяжённости, но не менее чем 1:1 000 000. На схеме необходимо указать точную привязку к километражу дорог, пересечения с автомобильными и железными дорогами, водотоками и границы административного деления.

В разделе 2 паспорта «Общие данные об автомобильной дороге» вносят все предусмотренные о ней сведения, включая год строительства или реконструкции, наименование обслуживающей организации и ее нахождение и др.

Раздел 3 «Экономическая характеристика» отражает данные экономических обследований, изысканий, учёта движения, статистических и экономических обзоров.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Раздел 4 «Техническая характеристика» содержит данные, характеризирующие наличие и состояние отдельных сооружений и конструктивных элементов дороги (земляное полотно, проезжая часть, искусственные сооружения и т.д.).

В разделе 5 «Денежные затраты и основные объемы выполненных работ» приводят данные о денежных затратах на ремонт, содержание и реконструкцию автомобильной дороги. Эти данные берут из годовых отчётов. По данным годовых отчетов записывают в паспорте сведения об основных работах, выполненных на автомобильной дороге с момента ввода в эксплуатацию. Под основными следует понимать работы по реконструкции и капитальному ремонту, которые меняют транспортно-эксплуатационные характеристики автомобильной дороги (например, укладка нового слоя покрытия, уширение дорожной одежды, перестройка мостов и т.п.). Работы по текущему ремонту в паспорте не указывают. Линейный график (раздел 6 паспорта) вычерчивают в масштабе 1:20 000.

Конструкция дорожной одежды должна быть отражена с указанием толщины и материалов конструктивных слоев. Границы изменения конструкций дорожной одежды обозначают с точностью до 0,01 км.

Для паспортизации автодорог разработана программа «Учёт и паспортизация автодорог». Она позволяет коренным образом сократить время и объёмы работ при создании паспорта автомобильной дороги. Программа формирует титульный лист автодороги, карточки на искусственные сооружения, ведомости наличия и состояния инженерного оборудования и искусственных сооружений, сводные ведомости. Кроме того, программа осуществляет в формате MS Word построение линейного графика паспорта дороги, создание паспортов на мосты.

Банк видеоданных осуществляет хранение, обработку и поиск собранной видеоинформации. Программа обеспечивает быстрый и удобный доступ к требуемым данным. Допускается как последовательный просмотр данных, так и произвольный переход на любой участок дороги. Программа позволяет производить поиск кадров с дефектами проезжей части, инженерным оборудованием и обустройством автомобильных дорог. Имеется возможность замера линейных (вертикальных и горизонтальных) размеров элементов дороги, а также периметра и площади участков проезжей части, содержащих дефекты. Программа обеспечивает печать видеоинформации и получение иллюстративного материала для последующего использования в отчётных документах, пояснительных записках и т.д.

В целом работы по техническому учёту, паспортизации, инвентаризации и диагностике дорог, безусловно, схожи и во многом дублируют одна другую. Это связано также и с тем, что диагностика дорог как система сложилась значительно позже, чем технический учёт, а 90-е годы были периодом реформ в отрасли. Необходимо корректирование отраслевых нормативных документов, в рамках которых должны быть осуществлены их взаимоувязка и приведение к требованиям

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

современного уровня. Безусловно, определяющим в этом должно быть обеспечение единой информационной базы по техническим характеристикам и эксплуатационному состоянию дорог и сооружений.

21.2. Учёт движения на автомобильных дорогах

Учёт движения проводят с целью получения и накопления информации о количестве транспортных средств, проследовавших в единицу времени через данное поперечное сечение дороги в обоих направлениях или раздельно по направлениям (соответственно общая интенсивность движения и интенсивность движения по направлениям), а также о соотношении различных типов транспортных средств в потоке (состав движения).

Информацию об интенсивности и составе движения на сети автомобильных дорог используют для решения задач:

перспективного планирования развития дорожной сети;

повышения уровня безопасности движения и анализа причин дорожно-транспортных происшествий;

определения пропускной способности и уровня загрузки дорог движением;

оценки соответствия технического уровня и эксплуатационного состояния дорог требованиям движения автомобилей;

планирования и организации работ по содержанию, ремонту и реконструкции дорог и дорожных сооружений;

обслуживания участников движения и др.

Учёт движения осуществляют низовые дорожно-эксплуатационные или другие организации, имеющие лицензии на выполнение этих работ на учётных пунктах автомобильных дорог с периодичностью: на федеральных автомобильных дорогах - ежегодно; на территориальных - не реже одного раза в два года.

На международных автомобильных дорогах типа «Е» помимо проводимого ежегодного учёта необходимо один раз в пять лет (обычно в годы, оканчивающиеся на 5 и 0) проводить учёт движения в соответствии с требованиями ЕЭК ООН.

Учётные пункты представляют собой участки автомобильных дорог, оборудованные стационарными или передвижными постами для автоматизированного, комбинированного или визуального способа сбора данных об интенсивности и составе движения. Учётные пункты располагают в местах

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

резкого изменения интенсивности движения: на подходах к крупным административным, промышленным центрам, грузо- и пасажирообразующим комплексам, у пересечений и примыканий.

Количество и расположение учётных пунктов вдоль автомобильной дороги определяется на основе существующих данных учёта движения, наличия мест, в которых имеется перепад интенсивности или состава движения не менее 15-20 %, а также требованием контроля за параметрами движения на данном участке дороги (например, на мостах, путепроводах). При расположении автоматизированных учётных пунктов на участках автомобильных дорог, где имеются стационарные пункты весового контроля, функции последних должны быть по возможности расширены с тем, чтобы обеспечить учёт интенсивности и состава движения в требуемом объёме. Передвижные лаборатории для учёта движения могут быть использованы для периодического кратковременного сбора данных и в ряде случаев заменить проведение визуального учета (рис. 21.1).

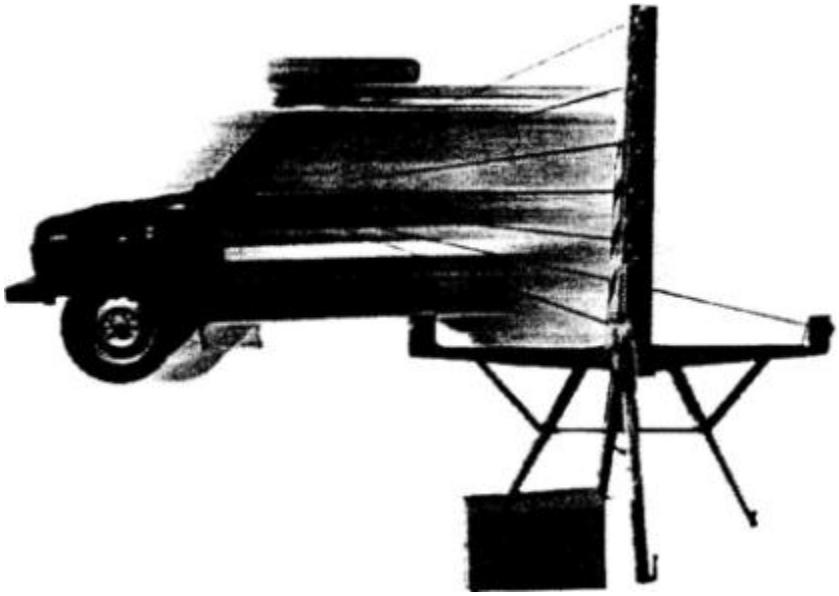


Рис. 21.1. Оборудование передвижного пункта по учёту движения

Оборудование состоит из двух стоек, которые в разобранном виде укладывают в два небольших ящика. В рабочем состоянии стойки размещают на левой и правой обочинах напротив одна другой. На одной из стоек на разных высотах размещены инфракрасные излучатели, а на другой - приёмники сигналов. При проезде автомобили пересекают лучевой барьер и на экране бортового компьютера возникает стилизованный продольный профиль, по которому определяют тип автомобиля. Система позволяет измерять также скорости движения.

Учёту подлежит весь поток механических транспортных средств по каждому направлению движения. Его можно осуществлять автоматизированным,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

комбинированным или визуальным способами. Применение того или иного способа учёта движения решается в зависимости от целей и задач учёта, а также оснащённости и возможности использования различных технических средств. Поскольку проведение круглосуточного визуального учёта движения требует больших затрат труда, а автоматизированный способ не всегда позволяет определять требуемое количество видов транспортных средств, допускается использование периодического кратковременного визуального сбора данных с последующим восстановлением недостающей информации.

Собранные на учётных пунктах сведения в зависимости от способа учёта движения заносятся в соответствующие формы и направляются в подразделения службы учёта движения органов управления автомобильными дорогами не реже 1 раза в квартал. В подразделениях службы учёта движения все сведения по учётным пунктам заносятся на магнитные носители и не позднее 15 числа следующего за кварталом месяца направляются в вычислительный центр для обработки и формирования автоматизированного банка данных учёта движения.

Автоматизированный учёт движения. Автоматизированный способ учёта движения предусматривает оснащение учётного пункта техническими средствами-счётчиками. Основными элементами автоматического счётчика являются: детектор, вторичный прибор и источник питания. Наибольшее распространение получили автоматические счётчики с индуктивными петлевыми датчиками, закладываемые под покрытие или укрепляемые на его поверхности на период проведения учёта движения. Счётчики с использованием этих датчиков позволяют определять состав транспортного потока, разделяя его на группы: легковые автомобили, автобусы, грузовые автомобили различной грузоподъёмности (лёгкие, средние, тяжёлые, очень тяжёлые, автопоезда), а также скорость движения автомобилей.

Автоматизированная система учёта движения предполагает автоматические сбор, обработку, передачу данных и включает в себя помимо автоматических счётчиков комплекс аппаратуры (компьютер, модем) и линии связи, а также программное обеспечение. Режим работы при автоматизированном учёте движения должен быть, как правило, круглосуточным в течение года.

При ремонте или замене технических средств проводится визуальный учёт движения с разделением транспортных средств на то количество видов, которое учитывалось на данном учётном пункте с помощью технических средств.

Комбинированный способ учета движения применяют при недостаточном количестве автоматических счетчиков и при невозможности получения с их помощью информации о составе транспортного потока. Данный способ предполагает применение простых технических средств (счетчиков) при визуальном сборе данных о составе транспортного потока. При комбинированном учёте движения счетчики осуществляют сбор данных об интенсивности движения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

круглосуточно в течение года, а визуальные наблюдения проводят периодически в учётные дни.

Разделение транспортных средств по видам осуществляется в зависимости от возможности применяемых технических средств. При визуальном сборе данных может быть выделено 9 и более групп транспортных средств (табл. 21.1).

Таблица 21.1

Номер группы транспортного средства	Грузоподъёмность одиночного автомобиля и автопоезда, т	Вид транспортного средства
1	-	Легковые автомобили, мотоциклы всех марок
2	-	Автобусы особо малого класса (типа РАФ, УАЗ)
3	-	Автобусы (типа КАвЗ, ПАЗ, ИЗАС)
4	-	Автобусы (типа ЛАЗ, ЛИАЗ)
5	-	Автобусы (типа IKARUS, TAM, MERCEDES-BENZ)
6	До 2,0	Лёгкие грузовые
7	2,1-6,0	Средние грузовые
7А	10,0-14,0	Автопоезд
7Б	10,0-14,0	

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

8	6,1-10,0	Тяжелые грузовые
8А	14,1-18,0	Автопоезд
8Б	9	
9	Свыше 10,0	Очень тяжёлые грузовые
9А	Свыше 18,0	Автопоезд
9Б	20,1-30,0	

Примечания. 1. 7А-9А - автопоезда в составе тягача данной группы транспортного средства и прицепа; 7Б-9Б - автопоезда в составе седельного тягача данной группы транспортного средства и полуприцепа. 2. Грузоподъёмность (номер группы транспортного средства) специализированного подвижного состава определяется грузоподъёмностью соответствующего базового автомобиля. 3. Указанные в таблице группы транспортных средств включают;

Легковые автомобили (отечественного и иностранного производства);

Автобусы особо малого класса УАЗ 2206; РАФ-2203-01; ЗИЛ-3207 «Юность»;

Автобусы КАвЗ-3976; ПАЗ-3205, -3206, -672М, -НЗАС-3964, -4951, -4208;

Автобусы ЛАЗ-695Н, -699, -42021, -4207; ЛиАЗ-677М, -5226;

Автобусы IKARUS-543.26, -260.50, -263.00, -415.08, 250.93, -256.74, -350.00, 365.10; MERCEDES-BENZ 0302CY; ТАМ-260А119Т;

Грузовые малотоннажные автомобили ИЖ-27156, -2715-01, -27151-01; АЗЛК-2335; ЕрАЗ-762В; УАЗ-33741, -3303, -3909; ГАЗ-330211 «Газель»;

Бортовые автомобили ГАЗ-52-12, -3303; ЗИЛ-431510, -433100.

Бортовые автомобили повышенной проходимости ГАЗ-66-11; ЗИЛ-157; КД-131Н; Урал-4320-01; КамАЗ-43101.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Автомобили-самосвалы ГАЗ-САЗ-3507-01; САЗ-3508; КАЗ-4540-01; «Колхида»; ЗИЛ-ММЗ-554М, -4502, -4510;

Седельные тягачи ЗИЛ-441510, -ММЗ-4313-157 КДВ, -13IHB; Урал-4420-01, -44202-01;

8. Бортовые автомобили повышенной проходимости Урал-43202-01; КамАЗ-43105, -43106; КрАЗ-25561,-260.

Автомобили-самосвалы МАЗ-555I, -5549; Урал-5557; КамАЗ-55102.

Седельные тягачи КамАЗ-5410, -5415; МАЗ-54331, -54326; КрАЗ-260В.

Бортовые автомобили КаМАЗ-5325; КрАЗ-250;

Автомобили-самосвалы КамАЗ-55111; КрАЗ-256Б1;

Седельные тягачи КамАЗ-5425, -54112; МАЗ-54323, -64226, -64229, -64221, -64224; КрАЗ-258Б1; ЛИАЗ; IVECO; MERCEDES-BENZ; RENAULT; VOLVO.

Однако с увеличением количества выделяемых групп существенно возрастают затраты на учёт. Поэтому решение о необходимом количестве выделяемых групп принимается в каждом случае органом управления дорогами.

При проведении учёта движения на автомобильных дорогах сети «Е» деление транспортных средств по видам осуществляется в соответствии с рекомендациями ЕЭК ООН (TRANS/WP.6/AC.2/14Add. 1).

Визуальный учёт движения. Визуальный учёт движения предполагает периодический контроль интенсивности и состава транспортных средств и применяется в случае отсутствия технических средств, а также при выходе их из строя (на время ремонта или замены).

Визуальный учёт движения может быть использован (по специальной методике, в том числе и с остановкой транспортных средств) для сбора данных на отдельных участках автомобильных дорог для определения дальности перевозок, маршрута следования, степени загруженности транспортных средств и т.д.

Другие автомобили иностранного производства относят к определённому номеру группы транспортного средства в зависимости от их грузоподъёмности и нагрузки на оси.

Ввиду трудоёмкости визуального способа учета движения во многих странах применяют кратковременные наблюдения продолжительностью в несколько часов (от 1 до 6 часов) - выборочный учёт.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Методы выборочного учёта основаны на установленных экспериментальных зависимостях между объёмом движения за определённый период суток и суточной интенсивностью движения и вычислении значений коэффициентов пересчёта. Значения коэффициентов пересчёта зависят от типа дороги (федеральные, территориальные), сезона года и носят локальный характер.

Собранные на учётных пунктах сведения об интенсивности и составе движения заносят в соответствующие формы или на магнитные носители (в зависимости от способа учёта) и отправляют в вычислительный центр для формирования автоматизированного банка данных учёта движения, который ежегодно пополняют и хранят в вычислительном центре и выдают заинтересованным организациям в установленном порядке.

21.3. Автоматизированные банки дорожных данных

Виды и состав автоматизированных банков дорожных данных. Автоматизированные банки дорожных данных являются важнейшим элементом системы управления состоянием автомобильных дорог. Они представляют собой автоматизированные информационно-аналитические системы, содержащие периодически обновляемую информацию об автомобильных дорогах, искусственных сооружениях, движении автотранспортных средств, ДТП, объектах сервиса и др. Кроме того, автоматизированные банки дорожных данных содержат комплекс расчётно-аналитических программ, позволяющих выполнять оценку состояния автомобильных дорог, а также решать комплекс вопросов, связанных с управлением состоянием автомобильных дорог. В табл. 21.2 приведён перечень типичных задач, решаемых на основе автоматизированных банков дорожных данных.

Таблица 21.2

Перечень типичных задач, для решения которых используют автоматизированные банки дорожных данных

№ п.п.	Наименование задач
1	Оценка годовой потребности в объёмах и денежных средствах на реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

2	Адресное планирование работ по реконструкции, ремонту и содержанию автомобильных дорог, включая распределение денежных ресурсов с разработкой опорного плана дорожных работ
3	Объективная оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог по степени соответствия фактических показателей нормативным значениям
4	Инвентаризация объектов дорожного хозяйства
5	Паспортизация автомобильных дорог
6	Оценка состояния дорог по условиям соответствия требованиям обеспечения безопасности дорожного движения
7	Разработка федеральных и региональных программ повышения безопасности дорожного движения
8	Разработка проектов дислокации дорожных знаков и разметки
9	Разработка проектов повышения пропускной способности автомобильных дорог
10	Контроль качества дорожных работ
11	Оценка деятельности дорожных организаций
12	Учёт и планирование строительства объектов дорожного сервиса

В зависимости от решаемых задач автоматизированные банки дорожных данных делятся на отраслевые и локальные. Отраслевой банк дорожных данных функционирует в системе центрального государственного органа управления дорожным хозяйством, а также во всех органах управления, имеющих федеральные

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

автомобильные дороги, и содержит в основном технические данные о федеральных автомобильных дорогах и искусственных сооружениях, информацию о движении автотранспортных средств, ДТП, объектах сервиса и др. Для примера в табл. 21.3 приведён состав действующего в настоящее время отраслевого автоматизированного банка дорожных данных АБДД «ДОРОГА» (разработчик - ГП «Росдорнии»).

Таблица 21.3

Примерный состав отраслевого автоматизированного банка дорожных данных АБДД «ДОРОГА»

Общие данные по дороге (категория, ДКЗ и т.д.)	Интенсивность и состав дорожного движения	Сцепные свойства покрытия	Ровность покрытия	Прочность дорожной одежды	Дефекты дорожного покрытия	Туннели, галер подпорные сте
Геометрические параметры элементов дороги	Привязка километровых знаков, реперов, границ	Видимость проезжей части дороги	Снегозащитные сооружения	Стационарные посты ДПС	Стационарные пункты весового контроля	Водопропускные трубы
Населённые пункты	Мостовые сооружения	Подземные переходы	Дорожные знаки	Схема дорожной одежды	Автобусные остановки	Примыкания пересечения
Пешеходные дорожки и тротуары	Стационарные пункты автоматизированного учёта дорожного движения	Адреса и виды ремонтных работ и работ по реконструкции дорог	Дорожные здания и сооружения	Элементы земляного полотна и системы водоотвода	Станции технического обслуживания	Противошумовы противоослепля экраны
Обочины	Освещение	Коммуникации	Разметка	Развязки	АЗС	ДТП
Площадки отдыха	Лесополосы	Объекты сервиса	Вызывная связь	Ограждения	Автовокзалы	Метеостанции

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Комплекс расчётно-аналитических программ, входящих в структуру общеотраслевых банков данных, ориентирован в основном на решение вопросов, связанных с управления состоянием сети федеральных автомобильных дорог, в том числе с обеспечением безопасности дорожного движения, планированием отраслевого бюджета, планированием текущих и среднесрочных ремонтных работ, оценкой качества выполненных ремонтных работ. Локальные банки дорожных данных функционируют в различных органах управления дорожным хозяйством и могут включать в себя помимо параметров, входящих в отраслевой банк данных, ещё и модули, отвечающие за бухгалтерский блок, документооборот, складское хозяйство, производство и хранение строительных материалов, машинный парк, проектирование и т.д. Некоторые локальные банки дорожных данных могут быть состыкованы с модулями, отвечающими за технический учёт и паспортизацию автомобильных дорог, а также за дислокацию дорожных знаков и разметки. В качестве примера можно назвать следующие локальные банки дорожных данных: АБДД «ТИТУЛ 2000» (разработчик - Саратовский НПЦ «РОСДОРТЕХ»), АБДД «Комплексная автоматизированная система» (разработчик - АОЗТ «Терра»), БД РУАД «Горно-Алтайавтодор» (разработчик - ООО «Гео-ИнТех-Сибирь»), БД - «Паспорт дороги» (разработчик - ТОО «ИНТЕХ»), АБДД «КОУПДОР» (разработчик - «ГУ ВЛАДУПРДОР») и др.

Банки дорожных данных могут быть реализованы на базе различных программных продуктов (современные версии MS SQL Server, Oracle, Delphi, Visual FoxPro, IBM DB2, Informix и др.). В целом автоматизированные банки дорожных данных должны содержать:

систему управления базами данных;

систему обработки информации (включая систему создания сетевых объектно-ориентированных приложений типа «клиент-сервер»);

системы ввода, редактирования и представления данных;

системы авторизации, обработки запросов и отправления запросов на удалённую обработку, удовлетворяющие стандартным требованиям.

Основным требованием к отраслевым и локальным банкам данных является их совместимость с создаваемой в дорожной отрасли системой комплексного информационно-телекоммуникационного обеспечения, а также возможность перекрёстного использования баз данных. Перспективным направлением развития автоматизированных банков дорожных данных является их совместное использование с геоинформационными технологиями, позволяющими определять точное местоположение объектов, их размеры, расстояния и создавать цифровые карты и схемы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Помимо автоматизированных банков дорожных данных существуют специализированные банки данных, ориентированные на паспортизацию автомобильных дорог, инвентаризацию объектов дорожного хозяйства, учёт ДТП, ведение кадастра земель, разработку проектов дислокации дорожных знаков и разметки и т.д. Кроме того, в системе государственного органа управления дорожным хозяйством функционирует отраслевой банк мостовых данных «МОНСТР» (разработчик - МАДИ).

Формирование автоматизированных банков дорожных данных. Автоматизированные банки дорожных данных формируются и систематически обновляются на основе результатов диагностики автомобильных дорог и искусственных сооружений. Данные, используемые для формирования банков дорожных данных, делятся на три группы:

исходные данные о дорогах и искусственных сооружениях, получаемые в органах управления дорожным хозяйством;

результаты полевых обследований дорог и искусственных сооружений;

данные о ДТП и параметрах дорожного движения автотранспортных средств.

Исходные данные о дорогах и искусственных сооружениях получают на основе проектно-сметной документации, технических паспортов дорог, результатов инвентаризации дорог, планов ремонтных работ, результатов сезонных осмотров, стандартных форм отчётности и т.д. Полученные исходные данные заносят непосредственно в соответствующие базы банка дорожных данных.

Результаты полевых обследований дорог и искусственных сооружений в зависимости от вида измерений перед занесением в соответствующие базы данных нуждаются в предварительной обработке. При использовании некоторых специализированных передвижных лабораторий, оснащённых специальным оборудованием, часть геометрических параметров автомобильных дорог, данные о пройденных расстояниях, ровности и сцепных свойствах дорожных покрытий регистрируются, обрабатываются и вносятся в базы данных в автоматическом режиме. При оценке прочности нежёстких дорожных одежд используются результаты многих разнотипных измерений, в связи с чем возникает необходимость их предварительной обработки. Результаты измерений, выполненных с помощью специального оборудования, вносят в полевые журналы, подвергают предварительной обработке и только после этого заносят в соответствующие базы данных.

Данные о ДТП получают обычно из специальных карточек, составляемых в органах ГИБДД. Данные об интенсивности и составе транспортных потоков получают с помощью автоматизированных учётных пунктов или на основе

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

выборочных визуальных наблюдений. Всю эту информацию вносят в соответствующие базы данных.

Любой автоматизированный банк дорожных данных должен иметь систему ввода информации. Эта система должна обладать следующими свойствами:

автоматическая защита от ввода чисел недопустимой разрядности;

возможность корректировки неверно введённых данных;

возможность оперативного просмотра введённых данных.

После формирования баз данных по участкам дорог, отдельным дорогам или группе дорог выполняются их предварительные проверки на полноту и взаимную совместимость. Все обнаруженные недостатки должны быть устранены до объединения баз данных в единый банк. Затем проверенные базы данных объединяют в отраслевой или локальный банк дорожных данных. При сдаче/ приёмке подготовленных баз для формирования банка дорожных данных выполняют окончательный контроль качества собранной информации с помощью специальных прикладных программ. Эти программы контролируют полноту информации, совместимость данных, непрерывность данных, стыковку данных на границах, взаимную привязку объектов. Кроме того, должна быть обеспечена совместимость сформированного банка дорожных данных с банками данных прошлых лет.

Различные виды данных в зависимости от скорости изменения соответствующих параметров и трудоёмкости их определения могут обновляться с разной периодичностью. В табл. 21.4 приведены рекомендуемые нормативы периодичности обновления основных параметров входящих в банки дорожных данных.

Таблица 21.4

Нормативы периодичности обновления основных параметров входящих в банки дорожных данных

№ п.п.	Параметры и элементы	Федеральные дороги		Местные дороги (территориальные)
		магистральные	прочие	
1	2	3		

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

1	Геометрические параметры плана и профиля (ширина проезжей части и обочин, продольные и поперечные уклоны, радиусы горизонтальных кривых, ширина разделительной полосы и др.)	При первичной диагностике эксплуатируемых дорог. При повторной диагностике только на участках изменения геометрических параметров после проведения соответствующих ремонтных мероприятий или реконструкции		
2	Ровность покрытия проезжей части:			
	на участках с неудовлетворительной ровностью	Ежегодно	Раз в 2 года	Раз в 3 года
	на остальных участках	Раз в 2 года	Раз в 3 года	Раз в 3 года
	после проведения работ по ремонту и реконструкции	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно
3	Сцепные свойства дорожных покрытий:			
	после проведения работ по ремонту и реконструкции	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно
	на остальных участках	Ежегодно	Раз в 2 года	Раз в 3 года
4	Визуальная регистрация дефектов дорожных одежд и покрытий с целью определения их состояния	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

5	Прочность дорожной одежды, оценка состояния и системы водоотвода:			
	на участках с $K_{пр} < 0,80$	Ежегодно	Ежегодно	Раз в 3 года
	на остальных участках	Раз в 3 года	Раз в 4 года	Раз в 5 лет
	после проведения работ по ремонту и реконструкции	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно
6	Состояние дорожных устройств и обстановки дороги (площадки отдыха, площадки для стоянки автомобилей, автобусные остановки и автопавильоны, дорожные знаки и указатели, ограждения и др.)	Раз в 3 года	Раз в 4 года	Раз в 5 лет
7	Состояние водопропускных труб	Раз в 3 года	Раз в 4 года	Раз в 5 лет
8	Учёт интенсивности движения и состава транспорта потока	Ежегодно	Раз в 3 года	Раз в 5 лет
9	Сбор информации об аварийности с выявлением участков концентрации ДТП и их детальным обследованием	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно

ГЛАВА 22. Организация и финансирование работ по содержанию и ремонту дорог

22.1. Особенности и задачи организации работ по содержанию и ремонту дорог

Работы по содержанию и ремонту дорог по своей экономической сущности обеспечивают процесс частичного или полного устранения накопленного

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

физического износа их конструктивных элементов и поэтому имеют ряд специфических организационных особенностей по сравнению с работами по строительству дорог. К основным из них следует отнести:

неоднородность объектов ремонта по длине, объёмно-планировочным и конструктивным решениям, а также имеющих разный срок службы и разный характер скрытых дефектов, которые могут быть выявлены только в период выполнения ремонтных работ;

стеснённость места работ и относительно небольшие объемы их выполнения (особенно при содержании дорог), исключающие возможность эффективного применения высокопроизводительных машин и оборудования и поэтому требующих больших затрат труда;

необходимость ограничения фронта работ в связи с требованиями их производства без полного закрытия движения транспорта и объективным снижением производительности труда рабочих в условиях постоянных шумовых, газовых и динамических воздействий от проезжающих автомобилей;

территориальную рассредоточенность объёмов работ и широкие их колебания на отдельных участках и сооружениях, что затрудняет использование поточных методов организации работ;

значительную трудоёмкость разборки существующих конструкций дорог, которая может в 1,5-2 раза превышать затраты труда при их строительстве.

Указанные особенности работ по содержанию и ремонту дорог предъявляют повышенные требования к проектированию их организации, которая должна быть направлена на решение следующих основных задач:

применение прогрессивных форм и методов производства;

минимизацию совокупных затрат на производство дорожных работ и организацию транспортного процесса в районе их тяготения;

расширение области применения поточных методов организации работ;

своевременную и комплектную поставку на объекты ремонта материалов, полуфабрикатов и конструкций;

комплексную механизацию ремонтных работ с внедрением механизированных инструментов и приспособлений, а также средств малой механизации;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

сокращение продолжительности ремонтных работ за счёт повышения коэффициентов сменности их выполнения, совершенствования техники и технологии их производства;

повышение качества и снижение себестоимости производства работ.

Проектирование организации работ по содержанию и ремонту дорог осуществляют на основе многовариантных расчётов с использованием экономико-математических методов и компьютерного моделирования.

22.2. Проектирование организации работ по содержанию дорог

Проектирование организации работ по содержанию дорог включает в себя определение номенклатуры и объёмов работ, расчёт сметной стоимости их выполнения, формирование производственных подразделений по содержанию дорожных объектов.

В основу разработки проектов содержания дорог положена так называемая циклическая система, которая предусматривает регулярное выполнение работ по содержанию через определённые промежутки времени (циклы).

Определение номенклатуры работ по содержанию дорог осуществляется в зависимости от их категорий, типа покрытия, условий функционирования и требуемого уровня содержания (допустимого, среднего, высокого). При разработке перечня работ предусматривается их разбивка по видам содержания: летнее и зимнее, озеленение, содержание линейных зданий и сооружений.

По каждому виду работ рассчитывается коэффициент цикла, показывающий, какое количество раз необходимо проводить эту работу по содержанию дороги в течение планируемого периода времени (например, года). Показатели цикличности определяются либо на основе статистической обработки данных учёта выполняемых работ, либо по данным опроса специалистов дорожных организаций в зависимости от требуемого уровня содержания по четырём эксплуатационным категориям дорог. Коэффициенты цикла работ по содержанию можно устанавливать как для отдельно взятой дороги, так и для группы дорог, являющихся достаточно однородными по основным объёмно-планировочным и конструктивным параметрам и условиям функционирования: интенсивности и составу движения, климатическим воздействиям, уровню транспортно-эксплуатационного состояния.

В табл. 22.1 приведены коэффициенты цикла работ при допустимом уровне содержания для 3-го региона, включающего Брянскую, Владимирскую, Калужскую, Московскую, Рязанскую, Смоленскую, Тверскую и Тульскую области.

Таблица 22.1

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Коэффициенты цикла для 3-го региона (допустимый уровень содержания)

№ п/п	Виды работ	Значения коэффициентов по эксплуатационным категориям дорог			
		I-э	II-э	III-э	IV-э
1	2	3	4	5	6
Весенне-летне-осеннее содержание					
1. Земляное полотно					
1	Планировка откосов в неудовлетворительном состоянии с засыпкой ям и укреплением засевом трав	1	1	1	1
2	Скашивание травы на обочинах и разделительной полосе	2	2	2	2
3	Подсев травы на обочинах и разделительной полосе	1 % площади			
4	Вырубка кустарника с откосов и обочин, кустов на 1 км дороги	200	150	100	100
5	Уборка различных предметов и мусора с элементов автомобильной дороги	7	6	5	4
6.	Устранение повреждений на укреплённых обочинах: а) асфальтобетонных	1,0 %	0,9 %	0,7 %	0,5 %
	б) щебёночных и гравийных	1,2 %	1,0 %	0,9 %	0,7 %

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

7	Подсыпка неукрепленных обочин, $м^3$ на 1 км обочин	15	10	8	7
8	Планировка неукреплённых обочин	5	4	3	3
9	Восстановление и прочистка кюветов и канав в неудовлетворительном состоянии	1	1	1	1
10	Ликвидация неорганизованных съездов	2	1	1	I
II. Покрытие					
1	Очистка покрытия от мусора, пыли и грязи	7	6	5	4
2	Заделка трещин и швов в капитальных покрытиях	1	1	1	1
3	Ямочный ремонт: а) асфальтобетонных	1,2 %	1,0 %	0,9 %	0,7 %
	б) цементобетонных	0,8 %	0,7 %	0,6 %	0,5 %
	в) чернощебёночных	1,5 %	1,2 %	1,0 %	0,8 %
	г) щебёночных и гравийных	2,0 %	1,5 %	1,2 %	1,0 %
4	Обработка мест выпотевания битума	1	1	1	1
5	Восстановление профиля гравийных и щебёночных покрытий	35 %	30 %	25 %	20 %
6	Планировка и обеспыливание гравийных и щебёночных покрытий	4	3	3*	3*

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

7	Восстановление профиля гравийных и щебёночных покрытий с добавлением нового материала	100 % площади просадок и пучинистых мест			
III. Искусственные сооружения					
	Мосты				
1	Очистка проезжей части и тротуаров от грязи и мусора	7	6	5	4
2	Ямочный ремонт тротуаров	0,8 %	0,7 %	0,6 %	0,5 %
3	Мелкий ремонт и окраска перил и ограждений	1	1	1	1
	Трубы				
4	Очистка отверстий труб от наносов	1	1	1	1
5	Скашивание травы у оголовков	2	2	2	2
6	Укрепление русел труб, $м^2$ на трубу	1,2	1	0,8	0,7
7	Заделка трещин, раковин, сколов звеньев и оголовков	1	1	1	1 J
8	Заделка швов между звеньями и секциями труб	10 % суммарной длины труб			
9	Окраска оголовков металлических труб	1	1	1	1
IV. Обстановка					
1	Очистка и мойка знаков, стоек, сигнальных столбиков	7	6	5	4

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

2	Окраска знаков, стоек и других элементов обстановки и обустройства	1	1	1	1
3	Замена знаков и стоек/замена и установка сигнальных столбиков	15 %/ 10 %	10 % / 7 %	8 %/5 %	6 %/4 %
4	Установка новых знаков	2 %			
5	Очистка ограждений	7	6	5	4
6	Окраска ограждений	1	1	1	1
7	Мелкий ремонт и натяжение тросовых ограждений	5 %	4 %	3 %	2 %
8	Выправка металлического барьера	3,0 %	2,5 %	2,0 %	1,5 %
9	Замена поврежденных элементов барьерного ограждения	1,0 %	0,9 %	0,7 %	0,5 %
10	Уборка наносного грунта у ограждения	3	3	3	3
11	Уборка автобусных остановок	7	6	5	4
12	Мелкий ремонт и окраска автопавильонов	1	1	1	1
13	Ремонт и окраска скамеек	1	1	1	1
14	Исправление бордюрного камня	2,0 %	2,0 %	1,0 %	1,0 %
15	Нанесение вертикальной разметки на бордюрный камень	1	1	1	1

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

16	Уборка площадок отдыха и стоянок автомобилей	7	6	5	4
17	Ямочный ремонт покрытия на площадках отдыха и стоянках автомобилей	1,0 %	0,9 %	0,7 %	0,5 %
18	Разметка проезжей части	1	1	1	1
Освещение					
1	Замена ламп	10 % от количества осветительных установок			
2	Замена светильников	10 % от количества осветительных установок			
3	Окраска опор (вертикальная разметка)	1	1	1	1
Озеленение					
1	Прореживание и вырубка кустарника и подлеска	1 % площади лесонасаждений			
2	Стрижка живой изгороди	1	1	1	1
Зимнее содержание					
1	Очистка покрытия и обочин от снега и снежных валов	45	40	35**	30**
2	Россыпь противогололёдных материалов	60	50	40**	30**
	Очистка при россыпи	50	45	35**	25**

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

3	Установка, уборка и ремонт снегозащитных щитов и заборов	1	1	1	1
4	Очистка отверстий труб от снега и льда	1	1	1	1
5	Закрытие на зиму и открытие отверстий труб	0,3	0,3	0,3	0,3
6	Очистка дорожных знаков и ограждений от снега и грязи, уборка снега у ограждений	18	14	10	8
7	Разбрасывание снега у сигнальных столбиков, стоек дорожных знаков и опор дорожного освещения	7	5	4	3
8	Очистка от снега автобусных остановок, площадок отдыха и стоянок автомобилей	30	26	22	16
9	Установка и уборка вех	1	1	1	1
10	Очистка тротуаров, посыпка песком тротуаров и автобусных остановок	9	7	5	4

* Обеспыливание - в населенных пунктах.

** Для переходных и усовершенствованных покрытий - см. II-э.

Годовой объём каждого вида работ в натуральных единицах измерения (м, м^2, шт.) устанавливается путём умножения коэффициента цикла на площадь, протяжённость или количество каждого из подлежащих содержанию элементов дороги (табл. 22.2). Для отдельных работ, цикличность выполнения которых невозможно определить, например, ямочного ремонта, годовые объёмы работ определяются на основе статистических данных об объёмах их выполнения за предшествующие периоды или путём прогнозирования появления и развития тех или иных дефектов дороги.

Таблица 22.2

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Фрагмент годовой программы работ по содержанию дороги

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во ед. изм.	Коэф. цикла	Объём работ в ед. изм.
1	Очистка покрытия от пыли и грязи	км	150	8	1200
		100 м^2	1125		9000
2	Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия	100 м^2	240	-	240
3	Мойка автопавильонов	м^2	780	10	7800
4	Окраска барьерного ограждения	м	4016	2	8032
5	Замена повреждённых дорожных знаков	шт.	115	0.2	23

Основанием для определения объемов работ по зимнему содержанию являются: данные многолетних наблюдений гидрометслужбы о климатических условиях района тяготения дороги (количество дней со снегопадом, толщина снегового покрова, количество гололёдов, метелей, снегозаносов), а также отчётные данные об объёмах выполненных работ по снегоочистке и борьбе с гололёдом по данным прошлых лет.

Основанием для определения объемов работ по озеленению являются: перспективный план озеленения автомобильных дорог, нормы естественного отпада лесопосадок и пополнения их, технические правила ухода за лесопосадками.

Расчёт сметной стоимости работ по содержанию дорог производится ресурсным методом в следующей последовательности:

по производственным или ведомственным нормам расхода ресурсов (затрат труда, времени работы машин, материалов и полуфабрикатов на единицу работ) и рассчитанным объёмам работ определяют требуемое количество трудовых и материальных ресурсов на выполнение всей программы работ;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

на основе сметных цен (на материалы и на эксплуатацию машин), а также ведомственных расценок на выполнение единицы каждого вида работ рассчитывают прямые затраты на их выполнение (стоимость материалов, затраты на эксплуатацию машин, заработную плату рабочих);

по установленному нормативу к сумме прямых затрат определяют величину накладных расходов, связанных с содержанием дорог;

рассчитывают общую (сметную) стоимость работ по содержанию путём сложения прямых затрат, накладных расходов и сметной величины прибыли от их выполнения, которую устанавливают в процентах по отраслевым нормативам либо от сметной величины затрат на оплату труда рабочих, либо от суммарной величины прямых затрат и накладных расходов.

Формирование и техническое оснащение подразделений, занятых на содержании дорог, производится в зависимости от объёмов и календарных сроков проведения работ, принятой технологии их выполнения и производственных норм затрат трудовых и материальных ресурсов на единицу каждого вида работ. Определение потребности в дорожных машинах, рабочих кадрах, материалах и полуфабрикатах для содержания дорог осуществляется в соответствии с методами, изложенными в разделе 24.2.

22.3. Проектирование организации ремонта дорог

Исходными материалами для разработки проектов организации ремонта служат: технико-экономическое обоснование целесообразности ремонта дороги;

основные объёмно-планировочные и конструктивные решения по объектам, зданиям и сооружениям, включенным в проект производства работ, сведения о технологии производства основных видов работ;

сведения о возможных источниках и порядке обеспечения ремонтных работ водой, электроэнергией, паром и местными материалами;

сведения об интенсивности и составе движения на участке дороги, подлежащей ремонту, а также о возможных вариантах его организации в период проведения ремонтных работ.

Проект организации ремонтных работ разрабатывается одновременно с другими разделами проекта ремонта и увязывается с принятыми в нём конструктивными и технологическими решениями.

При определении состава проекта организации ремонта учитывают степень его сложности. В наиболее полном виде он включает следующие разделы:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

календарный план ремонта, предусматривающий сроки и очерёдность проведения ремонтных работ, являющийся основой для распределения капитальных вложений и объёмов работ по времени;

ситуационный план с указанием размещения баз материально-технического снабжения, производственных предприятий и объектов энергетического обеспечения ремонта по отдельным участкам трассы, зон действия карьеров, схем доставки материально-технических ресурсов, расположения станций и пристаней разгрузки материалов, промежуточных складов и временных подъездных дорог;

ведомость объемов ремонтных работ с распределением по отдельным участкам ремонтируемой дороги;

календарный график потребности в материалах, полуфабрикатах и оборудовании с распределением по объектам;

графики потребности в основных дорожных машинах, автотранспорте и рабочих кадрах.

Проект организации ремонта сопровождается пояснительной запиской, которая содержит характеристику условий ремонта, обоснование потребности в материально-технических ресурсах, электроэнергии, воде, паре, сжатом воздухе и решения по источникам покрытия этой потребности.

Важнейшей частью проекта организации ремонта является календарный план. Он дает возможность на основе имеющейся информации построить наглядную модель развития производственного процесса во времени и в пространстве, исходя из принятой технологии и организации. Календарный план позволяет устанавливать общую продолжительность ремонта, определять потребность во всех видах ресурсов, устанавливать необходимые сроки поставок.

Разработка календарных планов ремонта дорог в общем случае осуществляется по следующему алгоритму.

1. **Определение объёмов работ и потребности в материально-технических ресурсах**. Номенклатура и объемы ремонтных работ устанавливаются на основе технического задания на ремонт дороги и ведомости дефектов, разработанной в разрезе всех ее конструктивных элементов.

По каждому виду работ на основе сметных или производственных норм определяются номенклатура и потребность в основных материально-технических ресурсах в натуральных единицах измерения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

2. **Обоснование метода организации ремонта**. Ремонт дорожных объектов (участков дорог) может осуществляться последовательным, параллельным и поточным методами.

При последовательном методе работы на каждом последующем объекте (участке дороги) начинаются при окончательном завершении всех работ на предыдущем. Достоинство последовательного метода состоит в сравнительно небольшой интенсивности потребления ресурсов в единицу времени, что обусловливает эффективное его применение при ремонте объектов, значительно удалённых один от другого, и выполнении малообъемных и неоднородных ремонтных работ. При достаточно высокой концентрации ремонтных работ или ремонте однородных типовых объектов последовательный метод неэффективен, поскольку при его осуществлении возникают перерывы в работе специализированных подразделений и требуется сравнительно большой срок выполнения работ.

Для параллельного метода характерно одновременное выполнение однородных работ на всех объектах. Существенный недостаток этого метода - большая единовременная потребность в производственных ресурсах, что значительно повышает стоимость ремонта и усложняет управление работами. Параллельный метод при достаточном количестве ресурсов может применяться для интенсификации ремонтных работ, так как позволяет значительно сократить продолжительность выполнения всего комплекса работ, включённых в производственную программу дорожной организации.

При поточном методе обеспечивается непрерывное выполнение однородных работ специализированными подразделениями, последовательно переходящими по мере завершения работ с одного объекта на другой. В этом случае процесс ремонта дороги расчленяют на ряд технологически взаимосвязанных и выполняемых в определенной последовательности видов или комплексов работ. Выполнение каждого вида (комплекса) работ поручают специализированному подразделению, оснащенному соответствующими машинами и рабочими кадрами, и совмещают их работу на разных участках дороги таким образом, чтобы обеспечить последовательное выполнение однородных работ и параллельное разнородных.

Поточный метод организации ремонта при соблюдении соответствующих условий его применения (приемлемой однородности объектов ремонта и концентрации объёмов работ) является наиболее прогрессивным, так как он обеспечивает непрерывность и равномерность производства ремонтных работ и рациональное использование трудовых, материальных и финансовых ресурсов дорожных организаций.

3. **Выбор метода производства работ и технологии их выполнения**. На основе подсчитанных объёмов работ с учётом производственных возможностей дорожных организаций устанавливаются альтернативные методы их выполнения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

применительно к конкретным условиям ремонта и формируются соответствующие им специализированные подразделения (отряды машин). Выбор метода и технологии производства работ осуществляется по результатам технико-экономических расчётов. При этом в качестве критерия, как правило, используется либо максимальный экономический эффект от их производства, либо минимальные затраты на выполнение.

4. **Расчёт затрат труда и времени работы дорожных машин**. Величина этих затрат определяется по действующим ЕНиР и другим производственным нормам применительно к реальным условиям ремонтных работ. Численный и квалификационный состав рабочих принимается по ЕНиР.

5. **Определение продолжительности и сроков выполнения ремонтных работ**. Продолжительность выполнения ремонтных работ на каждом дорожном участке (объекте) определяется путём деления трудоёмкости работ на численный состав производственного подразделения (для полностью немеханизированных процессов) или требуемых объёмов их выполнения на сменную производительность ведущей дорожный машины в комплекте (для полностью механизированных процессов).

Порядок расчёта сроков начала

 и окончания

 каждой работы *i* на каждом участке (объекте) *j* (определения календарного расписания работ) зависит от степени их совмещения во времени, то есть от принятого метода организации производства работ.

При поточном методе организации работ с непрерывным использованием ресурсов задача формирования календарного расписания ремонтных работ формулируется следующим образом. Определить такие сроки

 и

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

t^{o}_{ij}, при которых соблюдаются следующие ограничения:

срок начала каждой работы на последующем участке (объекте) должен быть не меньше срока её окончания на предыдущем:

$$t^{n}_{ij} \geq t^{o}_{ij-1},$$

срок начала каждой работы на данном участке должен равняться сроку окончания предшествующей работы на этом участке:

$$t^{n}_{ij} = t^{o}_{i-1j},$$

хотя бы на одном из участков должно иметь место равенство сроков начала каждой работы на последующем участке и окончания на предыдущем:

$$t^{n}_{ij} = t^{o}_{ij-1}.$$

6. **Оптимизация календарного плана**. Она осуществляется для сокращения сроков ремонта как отдельных объектов, так и всей их совокупности, включенных в производственную программу дорожной организации, а также для снижения себестоимости работ и более эффективного распределения ресурсов по объектам ремонта. Для получения наилучшего варианта плана используются различные методы теории исследования операций и, в частности, итеративные методы оптимального календарного планирования, основанные на многократном «проигрывании» вариантов плана до получения оптимального.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

По форме представления календарные планы делятся на табличные (матричные), графические и экономико-математические. Наиболее широкое распространение при организации ремонта дорог получила графическая форма календарного плана, которая по способу построения может выступать в виде ленточного, линейного и сетевого графиков.

Ленточный график устанавливает технологическую последовательность выполнения работ в определенные сроки и строится в координатах работа-время в виде отрезков прямых горизонтальных линий, характеризующих развитие соответствующих видов работ в пространстве и времени (рис. 22.1).

Достоинствами ленточного графика являются: простота и наглядность, возможность отображения и увязки во времени любого количества работ, удобство анализа движения ресурсов в период их выполнения. Недостатки ленточного графика - невозможность разбивки общего фронта каждой работы на частные и отсутствие отображения пространственных связей между работами.



Рис. 22.1. Ленточный календарный график

Линейный график (циклограмма) не только устанавливает технологическую последовательность выполнения работ в определенные сроки, но и показывает место их осуществления. Она строится в координатах объект-время в виде наклонных прямых или ломаных линий, характеризующих развитие соответствующих видов работ в пространстве и времени (рис. 22.2).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

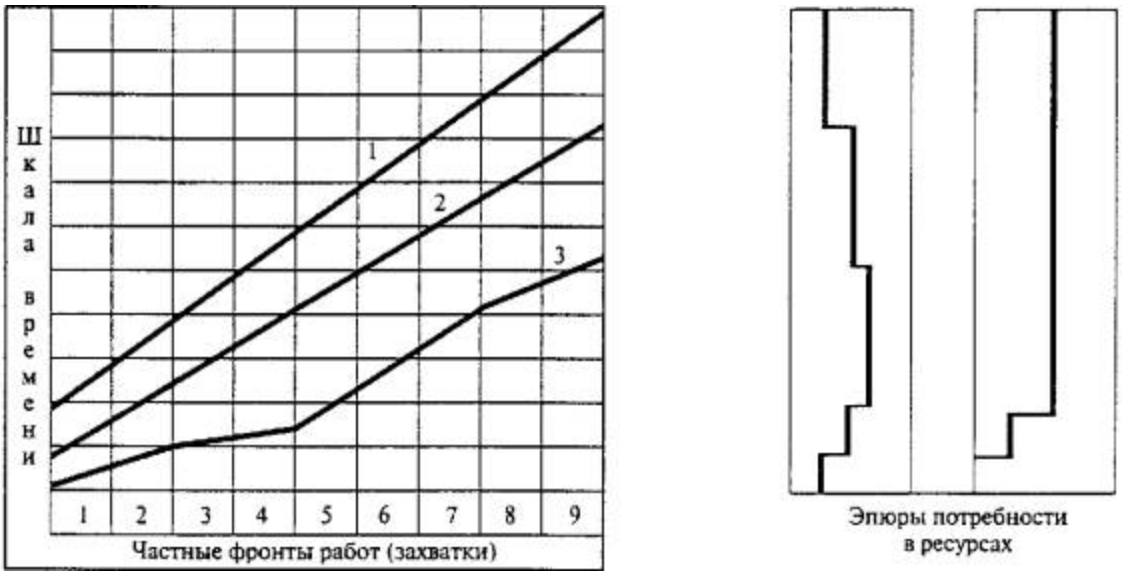


Рис. 22.2. Линейный календарный график
1 - устройство покрытия; 2 - замена основания; 3 - укрепление откосов

Достоинствами линейного графика являются: отображение взаимосвязей работ не только во времени, но и в пространстве по частным фронтам (отдельным участкам), возможность отображения на графике потребности в ресурсах. Недостатки этого графика - усложнение читаемости графика при нанесении на него большого количества работ, отсутствие на нём характеристик работ.

Сетевой график представляет собой стрелочную диаграмму, состоящую из работ и событий, выполнение которых необходимо и достаточно для достижения поставленной цели (рис. 22.3). Сплошные стрелки в сетевом графике характеризуют действительные работы (требующие затрат времени и ресурсов) или ожидания (требующие затрат только времени), а пунктирные стрелки - организационные взаимосвязи между работами (не требующие ни затрат времени, ни ресурсов). Кружочки в сетевом графике обозначают события, т.е. факты (моменты) начала или окончания соответствующих работ.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

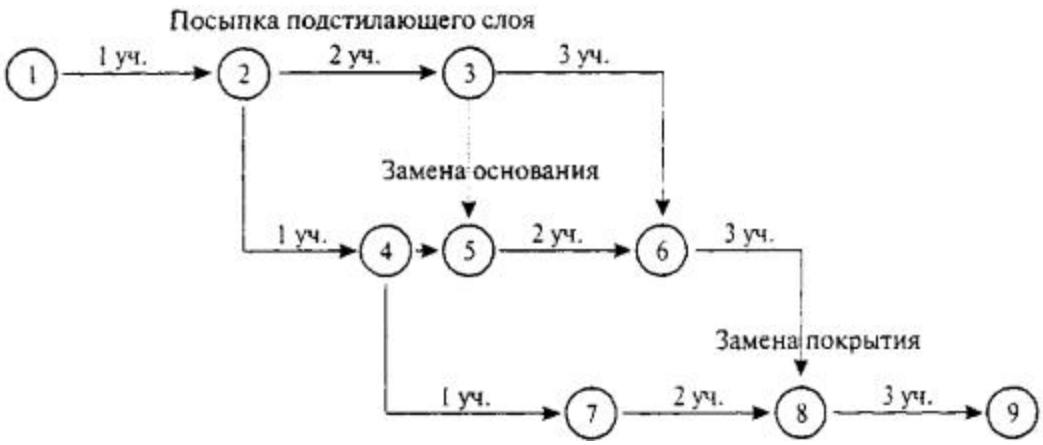


Рис. 22.3. Сетевой график на ремонт трех участков дороги

Достоинствами сетевого графика являются возможность выявления и отражения всех существующих взаимосвязей между работами и определения наиболее важных, решающих работ, от своевременного выполнения которых зависит срок осуществления ремонта в целом, удобство расчёта на ЭВМ. Недостаток сетевого графика - значительно меньшая наглядность, чем других графических моделей, и отсутствие его привязки к шкалам времени и пространства.

Рекомендуется следующая область применения рассмотренных графических моделей изображения календарного плана: линейных графиков - при планировании ремонтных работ поточными методами на отдельных объектах; ленточных графиков - для отображения плана ремонта комплекса объектов, сетевых графиков - для отображения сложных взаимосвязей между работами при ремонте совокупности дорожных объектов и последующей их оптимизации.

22.4. Методы оптимизации проектных решений по содержанию и ремонту дорог

Наиболее эффективные решения в области организации ремонта и содержания автомобильных дорог могут быть получены с помощью экономико-математических методов и прежде всего методов математического программирования, которое позволяет оптимизировать следующие организационные процессы.

Определение оптимального уровня содержания дорог. Постановка такой задачи для сети дорог часто связана с отсутствием достаточного количества финансовых ресурсов для их содержания на высоком уровне, что обусловливает необходимость содержания части дорог на среднем и допустимых уровнях. Так как каждый уровень содержания характеризуется различными транспортно-эксплуатационными качествами дорог и, следовательно, затратами на осуществление транспортного процесса, целесообразно установление такого его

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

значения для каждого элемента дорожной сети, при котором суммарные потери на транспорте на этой сети были бы минимальными.

Целевая функция этой задачи записывается следующим образом:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{3} P_{ij} \rightarrow \min,$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{3} q_j L_{ij} \le Q, \quad P_{ij} \ge 0, \quad i = 1,2,\ldots,n; \quad j = 1,2,3,$$

где

i - номер участка (элемента) сети (i = 1, 2, n);

j - номер уровня содержания (j = 1, 2, 3);

P_{ij} - транспортные потери на i-том участке сети при j-том уровне содержания;

q_j - затраты на содержание 1 км дороги на j-том уровне;

L_{ij} - длина i-того участка дороги с j-тым уровнем содержания;

Q - общий объём ассигнований, выделяемых на содержание сети дорог.

Обоснование стратегии ремонта дороги. Планирование сроков и объёмов выполнения работ по видам ремонтных воздействий (капитальному ремонту и ремонту) может осуществляться двумя путями: а) на основе нормативных и б) экономически целесообразных сроков их проведения.

В первом случае стратегия ремонта дороги строго предопределена; она соответствует установленной (нормируемой) периодичности проведения соответствующих видов ремонтных воздействий. Во втором случае она может быть выявлена только в результате решения оптимизационной задачи, так как

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

существует достаточно большое количество разных вариантов по срокам и последовательности проведения разных ремонтных воздействий в течение заданного периода.

Указанная задача по своему характеру относится к задачам динамического программирования. Графически она может быть описана так называемой функциональной моделью, которая задаётся в виде стрелочной диаграммы, характеризующей все теоретически возможные варианты стратегий ремонта в непрерывной последовательности стрелок (рис. 22.4).

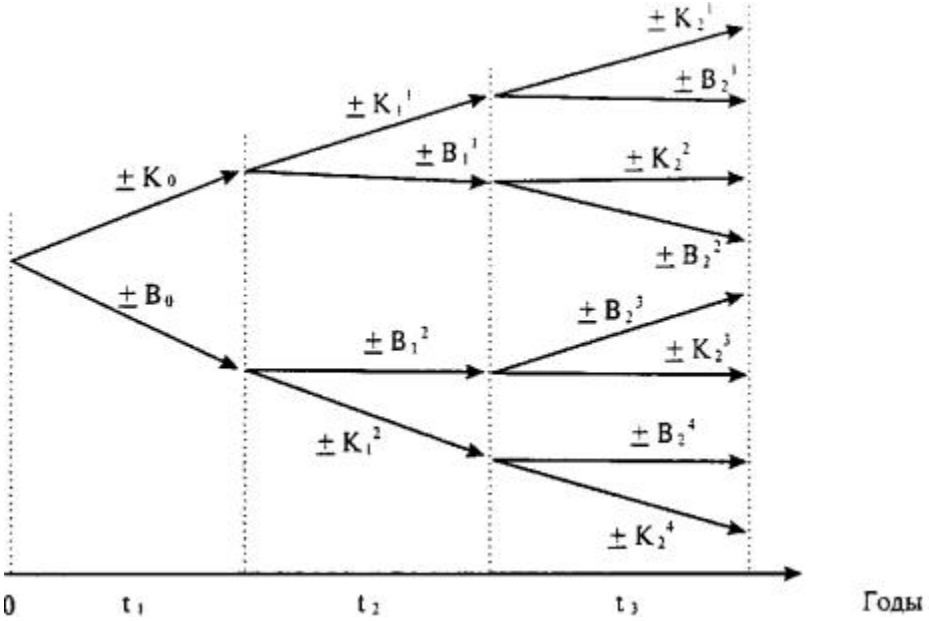


Рис. 22.4. Фрагмент функциональной модели стратегий ремонта дороги

Функциональная модель строится в заданном временном периоде функционирования дороги, где в начале каждого его промежутка (0, t_1, .., t_n) может быть принято решение о выделении затрат на проведение капитального ремонта (+К) или ремонта (+В). Нижний индекс при К и В (рис. 22.4) указывает на срок принятия решения о соответствующем виде ремонта, а верхний индекс - на признак отнесения их к той или иной стратегии ремонта. Если же решение о капитальном ремонте или ремонте в рассматриваемом промежутке времени не принимается, вместо затрат на выполнение ремонтов указываются транспортные потери от их невыполнения (-К; -В).

Оптимальная стратегия ремонтов устанавливается по минимальной сумме оценок затрат на их выполнение и транспортных потерь на каждом пути в функциональной модели в заданном временном периоде.

Поиск оптимального решения осуществляется на основе рекуррентных уравнений и представляет собой многошаговый процесс. На каждом шаге

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

осуществляется отбраковка некоторого множества вариантов-последовательностей ремонтных воздействий как заведомо нецелесообразных, которая заканчивается при достижении заданного критерия оптимальности.

Определение рационального варианта производства ремонтных работ (зоны ремонтных работ). Решение этой задачи базируется на рассмотрении взаимодействия двух подсистем, участвующих в транспортном процессе: потока движения автомобилей и ремонтируемого участка дороги.

Зона ремонтных работ состоит из основного ремонтного участка и участка, по которому осуществляется движение в период ремонта. Она характеризуется определенным составом ремонтных работ, порядком их выполнения, применяемыми техническими средствами и способами пропуска через неё.

В общем случае имеется множество вариантов сочетания параметров функционирования указанных подсистем, которые могут приводить либо к увеличению, либо к сокращению зоны ремонтных работ и соответственно либо к ускорению, либо к снижению скорости движения автомобилей при ее прохождении. Ускорение проезда автомобилями зоны дорожно-ремонтных работ в связи с ее сокращением вызывает снижение себестоимости перевозок грузов и пассажиров, но обычно связано с ростом дополнительных расходов на производство работ. Поэтому в качестве критерия решения данной задачи должен использоваться минимум совокупных (приведенных к одному моменту времени) затрат на организацию ремонтных работ и осуществление транспортного процесса через зону ремонтных работ.

Учитывая сложность и многовариантность поставленной задачи, принципиальная схема решения которой показана на рис. 22.5, её реализацию рекомендуется осуществлять в четыре этапа.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

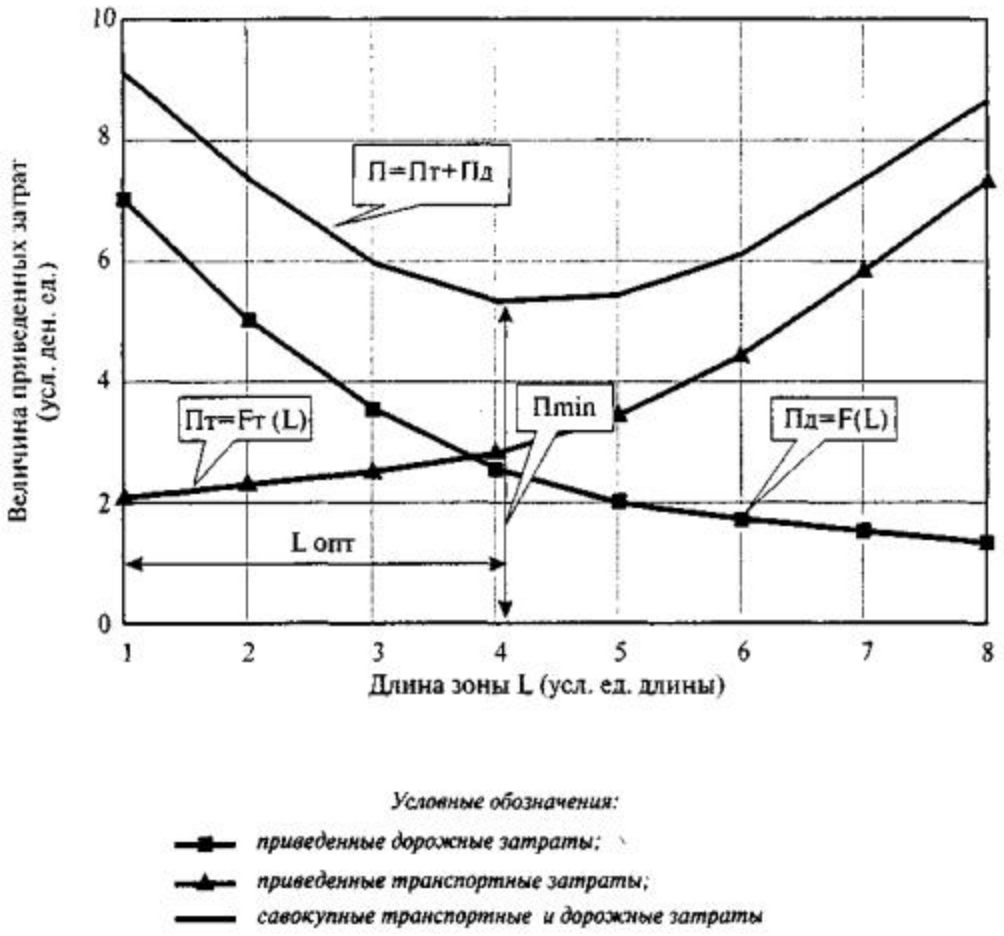


Рис. 22.5. Схема определения рациональной зоны ремонта дороги

На первом этапе разрабатывается алгоритм определения потерь времени автомобилями при различных параметрах транспортного потока и зоны ремонтных работ. Для этого, как правило, используются имитационные эксперименты, позволяющие в зависимости от выявленного закона вероятностей движения автомобилей в потоке моделировать на компьютере любые условия их прохождения через зону ремонтных работ.

На втором этапе устанавливаются зависимости приведенных транспортных затрат на проезд автомобилями зоны ремонтных работ $П_Т$ от их параметров при различных вариантах организации движения. В качестве таких вариантов могут рассматриваться: строительство объездов ремонтного участка, пропуск движения в зоне ремонта по обочине дороги, применение специальных технологий, обеспечивающих сокращение зоны ремонта или продолжительности ремонтных работ, выполнение ремонтных работ в ночное время, использование различных средств регулирования движения.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

На третьем этапе определяются зависимости приведенных затрат на проведение ремонтов Пд от параметров зон ремонта при нескольких вариантах производства ремонтных работ. В качестве таких вариантов могут рассматриваться различные технологические схемы производства работ, разные комплекты машин по составу и мощности, различные методы организации ремонта.

На четвёртом этапе путём компьютерного моделирования на основе установленных выше зависимостей по минимуму совокупных приведённых затрат (П) выбирается оптимальный вариант производства ремонтных работ и, следовательно, наиболее целесообразная зона их выполнения.

Оптимизация производственной мощности дорожных предприятий по содержанию дорог. Решение этой задачи требует учёта двух противодействующих факторов: концентрации производства и среднего расстояния (радиуса) обслуживания.

С ростом концентрации дорожных работ, т.е. с увеличением мощности дорожных предприятий, за счет уменьшения удельного веса постоянных (не зависящих от объёмов выполняемых работ и услуг) расходов снижается себестоимость их выполнения. Вместе с тем с ростом мощности дорожных предприятий возрастает и среднее расстояние обслуживания дорожных объектов, что ведёт к увеличению себестоимости выполняемых работ и услуг за счёт увеличения доли расходов на перебазировку машин и механизмов.

Поэтому оптимальная производственная мощность дорожного предприятия может быть рассчитана по критерию минимума среднегодовых затрат на выполнение работ по содержанию, который определяется по следующей формуле

$C_i = З_{oi} + З_{yi} + T_i = C_{oi} + T_i$, где
(22.1)

$З_{oi}$ - прямые затраты на выполнение дорожных работ на объектах (без учёта затрат на перебазировку машин и механизмов) в расчёте на 1 км при *i*-том варианте мощности предприятия;

$З_{yi}$ - косвенные затраты, расходы на организацию, обслуживание и управление производства в расчете на 1 км при *i*-том варианте мощности предприятия;

T_i - затраты на перебазирование машин и механизмов от производственной базы (баз) дорожного предприятия до объектов в расчете на 1 км при *i*-том варианте мощности предприятия.

Определение оптимального количества и местоположения баз противогололёдных материалов на автомобильной дороге. В качестве критерия решения указанной задачи принимается минимальная величина приведенных

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

затрат на создание и функционирование баз, на приобретение необходимого количества автомобилей-распределителей и выполнение работ по распределению противогололёдных материалов на дороге.

В формализованном виде этот критерий записывается следующим образом:

$$\sum_{j=1}^{m} K_j^{\delta} + \sum_{j=1}^{m} K_j^{a} \cdot n_j + \sum_{t=1}^{T} \sum_{j=1}^{m} C_{tj}^{\delta} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} + \sum_{t=1}^{T} \sum_{j=1}^{m} C_t^{w} \cdot t_{\text{н}} \cdot n_j \cdot \frac{1}{(1+E)^t} + \sum_{t=1}^{T} \sum_{j=1}^{m} C_t^{c} \cdot \frac{t_{\text{н}}}{t_{\text{ц}}} \cdot T \cdot n_j \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \rightarrow \min, \text{ где}$$

(22.2)

t - порядковый номер года сравнения вариантов (t = 1, 2,..., T);

$t_{\text{н}}$ - срок сравнения вариантов, годы;

j - номер базы противогололёдных материалов (j = 1, 2,..., m);

m - количество противогололёдных баз;

K_j^{δ} - затраты на строительство j-той базы;

K_j^{a} - затраты на приобретение одного автомобиля-распределителя, обслуживающих j-тую базу;

E_t - ставка дисконтирования в год t;

$C_{tj}^{э}$ - ежегодные затраты на содержание *j*-той базы в *t*-м году;

C_{t}^{w} - себестоимость 1 часа работы автомобиля-распределителя;

n_j - требуемое количество автомобилей для выполнения противогололёдных мероприятий в течение одного дня на j-той базе;

$t_н$ - установленный срок ликвидации зимней скользкости, ч;

T - число дней в году со случаями образования зимней скользкости в районе расположения дороги;

C_{t}^{c} - себестоимость одной погрузки противогололёдных материалов в автомобиль-распределитель;

$t_ц$ - продолжительность одного цикла распределения материалов, ч.

Количество автомобилей-распределителей *n*, необходимых для осуществления противогололедных мероприятий, определяют по формуле:

$$n = \frac{Q}{П \cdot t_ц},$$ где

(22.3)

Q - требуемый объём противогололёдных материалов (хлоридов) для содержания обслуживаемого базой участка дороги в течение одного дня, т; определяется из выражения:

$$Q = \frac{\rho \cdot S}{1000},$$

(22.4)

S - площадь покрытия обслуживаемой дороги, м^2;

r - расход противогололёдного материала на 1 м^2 площади покрытия, кг;

П - производительность одного автомобиля-распределителя хлоридов (в тоннах за 1 час), определяется из выражения:

$$П = \frac{P \cdot k_в \cdot k_г \cdot 60}{t_ц},$$

(22.5)

P - объём загрузки смеси в автомобиль, т;

$k_в$ - коэффициент использования автомобиля по времени;

$k_г$ - коэффициент использования автомобиля по грузоподъёмности.

Продолжительность одного цикла распределения материалов определяется по формуле:

$t_ц = t_з + t_П + t_р$, ч, где

(22.6)

$t_з$ - время загрузки автомобиля противогололёдным материалом, ч;

$t_П$ - время пробега автомобиля до участка распределения материала, ч;

t_p - время распределения материала, ч.

Время распределения материала на участке определяется по формуле

$$t_p = \frac{60 \cdot l_p}{V_p} = \frac{60 \cdot P \cdot k_2 \cdot 1000}{\rho \cdot h \cdot V_p},$$ где
(22.7)

l_p - длина участка, покрываемого противогололедным материалом за один цикл, км;

V_p - скорость движения автомобиля при распределении материала, км/ч;

h - ширина полосы распределения смеси, м.

Время пробега автомобиля от базы до участка распределения материала и обратно устанавливается по формуле:

$$t_П = \frac{2 \cdot 60 \cdot R}{k_П \cdot V_{cp}},$$ где
(22.8)

R - среднее расстояние перевозок в зоне обслуживания базы противогололедных материалов, км;

$V_{ср}$ - средняя скорость перевозок, км /ч ;

$k_П$ - коэффициент использования пробега.

Среднее расстояние перевозки противогололёдных материалов от базы, имеющей различные плечи обслуживания l_1 и l_2 (рис. 22.6), определяется из следующего выражения:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$R = \frac{\left(\int_0^{l_1} l dl + \int_0^{l_2} l dl\right)}{l_1 + l_2} = \frac{l_1^2 + l_2^2}{2 \cdot L},$$ где

(22.9)

L — длина зоны обслуживания.

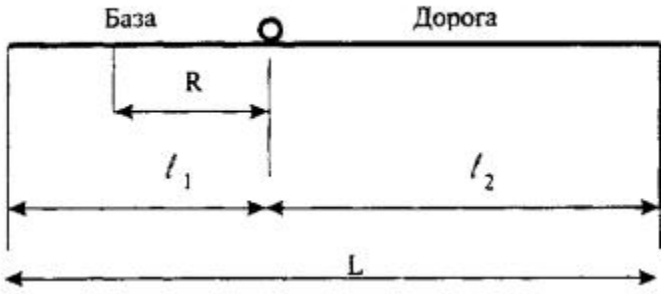


Рис. 22.6. Среднее расстояние перевозки от базы при неравномерных плечах обслуживания

22.5. Финансирование работ по ремонту и содержанию дорог

Финансирование работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог осуществляется из средств федерального бюджета и территориальных дорожных фондов, которые формируются в рамках бюджетов соответствующих уровней за счёт налоговых поступлений. Примерная структура источников поступлений в территориальные дорожные фонды показана в табл. 22.3.

Таблица 22.3

Наименование источника поступлений в территориальные дорожные фонды	Доля источника в величине фондов, %
Налог на пользователей автодорог (1 % от выручки без НДС)	62,6
Налог с владельцев транспортных средств	14,6

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Субвенции и дотации из федерального бюджета	19,4
Прочие налоговые и неналоговые поступления	3,4

Определение ежегодной потребности в финансовых ресурсах на содержание дорог осуществляется:

для федеральных дорог - на основе нормативных денежных затрат на 1 км обслуживаемой их сети каждым управлением федеральных автомобильных дорог, протяжённости этой сети и установленного уровня содержания дорог;

для территориальных дорог - на основе денежных затрат на 1 км обслуживаемой их сети каждым территориальным управлением автомобильных дорог, протяжённости и структуры этой сети по типам покрытий дорог и установленного уровня их содержания.

Определение ежегодной потребности в финансовых ресурсах на ремонт федеральных и территориальных дорог производится в зависимости от планируемой протяженности подлежащих ремонту дорог, их структуры по категориям и типам покрытий и укрупненных показателей стоимости ремонта 1 км дорог, дифференцированных по их категориям и типам покрытий.

С ростом протяжённости и повышением качества дорожной сети доля финансовых ресурсов, планируемых на ремонт и содержание дорог, все более возрастает. В настоящее время она составляет примерно 44,5 % для федеральных дорог и 62 % - для территориальных дорог (табл. 22.4).

Таблица 22.4

Виды воспроизводства дорог	Структура финансирования воспроизводства, %		
	федеральных дорог	территориальных дорог	всех дорог в Российской Федерации
Содержание	25,5	27,0	26,5
Ремонт	18,0	35,0	30,0

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Строительство и реконструкция	56,5	38,0	43,5

В настоящее время в связи с существенным дефицитом финансовых ресурсов, выделяемых на ремонт дорог, особое значение приобретает правильное их распределение по объектам ремонта. Суть этой задачи сводится к отысканию такого варианта распределения финансовых ресурсов по подлежащим ремонту участкам дорожной сети, при котором обеспечивается получение наибольшего экономического эффекта. Целевая функция такой комбинаторной задачи может быть записана следующим образом:

$$\sum_{i}^{n}\sum_{j}^{m} a_{ij} ЧДД_{ij} \rightarrow \max_{a_{ij}},$$

при ограничениях:

$$\sum_{i}^{n}\sum_{j}^{m} a_{ij} K_{ij} \le A,\ a_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases},$$ где

i - порядковый номер участка дороги, требующий ремонта, из рассматриваемой их совокупности (*i* = *i*, ..., N);

n - количество участков дорог, включаемых в план ремонта (*n* € *N*);

j - порядковый номер вида ремонта дороги (*j* = 1 ,..., *m*);

a_{ij} - целочисленная переменная, показывающая, входит ли в план *i*-тый объект с *j*-тым видом ремонта или не входит;

$ЧДД_{ij}$ - чистый дисконтируемый доход от выполнения *j*-того вида ремонта *i*-того участка дороги;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

K_{ij} - капитальные вложения (объём финансирования) в *j*-тый вид ремонта *i*-того участка дороги;

A - плановый годовой объём финансирования ремонта дорог.

ГЛАВА 23. Оценка эффективности проектов ремонта дорог

23.1. Принципы и показатели оценки эффективности

Оценка эффективности проектов ремонта дорог осуществляется в соответствии с официальными межотраслевыми методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов, утверждёнными Минэкономики России, Минфином России и Госстроем России № ВК 477 от 21.06 1999 г. [59].

Различают следующие виды эффективности: общественную, коммерческую и бюджетную. Общественная эффективность характеризует социально-экономические последствия осуществления проекта для общества в целом, коммерческая - его финансовые последствия для конкретных участников (инвесторов) и бюджетная - его финансовые последствия для федерального, регионального или местного бюджета.

Расчёт коммерческой и бюджетной эффективности ремонта дорог осуществляется, как правило, для ведомственных дорог или в том случае, если их эксплуатация осуществляется государственными органами или другими субъектами инвестиционной деятельности на принципе платности.

В основе оценки эффективности проектов вне зависимости от её вида, а также технических, технологических, финансовых и региональных условий их реализации лежат следующие основные принципы:

рассмотрение последствий от реализации проекта на протяжении его жизненного цикла (расчетного периода сравнения вариантов);

моделирование всех видов денежных потоков проекта (поступлений и расходов) за весь расчётный период;

положительность и максимум эффекта, достигаемого от реализации проекта;

учёт фактора времени, т.е. неравноценности получаемых результатов и осуществляемых затрат в разные моменты времени расчётного периода;

учёт только предстоящих затрат и поступлений; учёт влияния инфляции;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

учёт влияния факторов неопределённости и риска.

Для оценки эффективности проектов используются следующие основные показатели, базирующиеся на соизмерении результатов и затрат от их реализации: интегральный эффект или чистый дисконтируемый доход, внутренняя норма доходности, индекс доходности инвестиций и срок окупаемости.

Чистый дисконтируемый доход (*ЧДД*) - сумма дисконтированных потоков чистых выгод по проекту, определяемая как разница между результатами и затратами на протяжении всего расчётного периода:

$$ЧДД = \sum_{t=0}^{T} \frac{R_t - З_t}{(1+r)^t},$$ где

(23.1)

R_t - результаты от осуществления проекта в год t;

$З_t$ - затраты на реализацию проекта в год t;

r - норма дисконта;

T - расчётный период сравнения вариантов, годы;

t - порядковый номер года;

$(1 + r)^t$ - коэффициент дисконтирования.

Если $ЧДД > 0$, то доходность инвестиционного проекта превышает доходность, заданную нормой дисконта, если $ЧДД = 0$, то его доходность равна г. При $ЧДД < 0$ доходность проекта ниже заданной нормы прибыли и от него следует отказаться.

Внутренняя норма доходности (ВНД) - такая норма доходности инвестиционного проекта, при которой чистый дисконтируемый доход от его реализации равен нулю:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\sum_{t=0}^{T} \frac{R_t - З_t}{(1+ВНД)^t} = 0.$$

(23.2)

Внутренняя норма доходности показывает фактический уровень доходности общих инвестиционных издержек. При ВНД > *r* интегральный эффект является положительным, что указывает на достаточную эффективность проекта. При ВНД < *r* интегральный эффект отрицателен и поэтому проект неэффективен.

Индекс доходности инвестиций (ИД) - увеличенное на единицу отношение чистого дисконтируемого дохода к дисконтируемой величине инвестиций:

$$ИД = 1 + \frac{ЧДД}{\sum_{t=0}^{T} \frac{I_t}{(1+r)^t}},$$ где

(23.3)

I_t - инвестиции в год *t*.

Индекс доходности инвестиций всегда больше единицы для проектов с положительном *ЧДД* и наоборот.

Срок окупаемости инвестиций T_o - период, по истечении которого чистый дисконтируемый доход становится положительным. Срок окупаемости определяется из условия:

$$\sum_{t=0}^{T_o} \frac{R_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^{T_o} \frac{З_t}{(1+r)^t}$$

(23.4)

Содержание входящих в вышеприведенные формулы показателей результатов и затрат, а также норм дисконта зависят от вида рассчитываемой эффективности проекта.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Получаемые при расчёте общественной эффективности ремонта дорог результаты - это социально-экономические эффекты на транспорте и в социальной сфере, получаемые от их простого воспроизводства, а затраты - общественно необходимые (государственные) издержки на выполнение ремонта, рассчитываемые на основе так называемых экономических (т.е. за вычетом налогов и других трансфертных платежей) цен.

Получаемые при расчете коммерческой эффективности ремонта дорог результаты - это доход, получаемый каждым участником проекта (предприятием, акционерами, банком и т.д.) от вложенного в этот ремонт капитала (инвестиций), а затраты - реальные финансовые издержки на выполнение ремонта, рассчитываемые на основе либо рыночных, либо административно установленных цен.

Получаемые при расчёте бюджетной эффективности ремонта дорог результаты - это величина налоговых поступлений в бюджет соответствующего уровня от прямых бюджетных ассигнований на его выполнение. Затраты на ремонт дорог при расчёте бюджетной эффективности определяются также на основе реальных цен.

Величина нормы дисконта устанавливается при расчете общественной эффективности централизованно, при расчёте бюджетной эффективности - бюджетом соответствующего уровня и при расчёте коммерческой эффективности - каждым участником самостоятельно.

Для оценки эффективности и финансовой реализуемости проектов расчётный период разбивается на шаги (отрезки времени, как правило, равные одному году), по каждому из которых рассчитываются значения денежных потоков по трём видам деятельности: инвестиционной, операционной (производственной) и финансовой.

На каждом шаге значение денежного потока характеризуется тремя показателями: притоком средств, оттоком средств и сальдо потока, равным разнице между притоком и оттоком средств.

Денежные потоки могут выражаться в текущих, прогнозных и дефлированных ценах в зависимости от того, в каких ценах выражаются на каждом шаге их притоки и оттоки.

Текущими называются цены без учета инфляции, заложенные в проект на момент его разработки; **прогнозными** - цены с учётом инфляции, ожидаемые на будущих шагах расчёта; **дефлированными** - прогнозные цены, приведенные к уровню цен фиксированного момента времени путем деления на базисный индекс инфляции.

При определении коммерческой и финансовой эффективности проекта расчёт денежных потоков следует производить в прогнозных ценах для установления его

финансовой реализуемости, характеризуемой достаточностью средств для продолжения проекта на каждом шаге расчёта. Достаточным условием финансовой реализуемости проекта является неотрицательность величины накопленного суммарного сальдо потока от всех видов деятельности на каждом шаге расчёта.

Оценка показателей эффективности проекта должна производиться на основе суммарного денежного потока в дефлированных ценах.

23.2. Формы общественной эффективности инвестиций в ремонт дорог

Оценка общественной эффективности капитального ремонта дорог должна осуществляться, как правило, в сопоставлении с другими вариантами (стратегиями) их простого и расширенного воспроизводства: ремонтом, реконструкцией, а в ряде случаев и с новым строительством. При этом рекомендуется рассматривать несколько конкурентоспособных альтернативных вариантов капитального ремонта дорог по технологии и организации производства для оптимизации принимаемых проектных решений. При расчете общественной эффективности проектов ремонта дорог учитываются следующие формы экономической эффективности инвестиций (виды годового экономического эффекта) от их простого воспроизводства:

эффект от снижения себестоимости перевозок грузов и пассажиров (транспортных расходов) в результате повышения скорости движения R_{1t}:

$$R_{1t} = C \times N_t \times 365 \times L \times (1/V_н - 1/V_к), \text{ где} \qquad (23.5)$$

C - средневзвешенная по составу транспортного потока стоимость пробега автомобилей в расчете на 1 авт./ч ($C = C_1 g_1 + C_2 g_2 + C_3 g_3$);

C_1, C_2, C_3 - стоимость 1 авт./ч пробега соответственно легковых и легких грузовых автомобилей; средних грузовых автомобилей и тяжелых грузовых автомобилей и автобусов;

g_1, g_2, g_3 - удельный вес указанных выше автомобилей в составе потока;

N_t - среднегодовая суточная интенсивность движения по дороге на t-й год сравнения вариантов, авт/сут;

L - протяженность ремонтируемой дороги, км;

$V_н$, $V_к$ - скорость движения по дороге до и после ремонта, км/ч;

эффект от снижения социальных потерь в результате сокращения времени пребывания в пути пассажиров R_{2t}:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$R_{2t} = C_{ПАС} \times (B_1 \times N_{1t} + B_a \times N_{at}) \times 365 \times L \times (1/V_н - 1/V_к)$, где
(23.6)

$C_{ПАС}$ - стоимостная оценка социальных потерь в расчете на 1 авт./ч пробега;

B_1 и B_a - средняя пассажировместимость 1 легкового автомобиля и автобуса, чел.;

N_{1t} и N_{at} - среднегодовая суточная интенсивность движения легковых автомобилей и автобусов в год t, авт./сут;

эффект от снижения транспортных расходов в результате ликвидации перепробегов грузов и пассажиров по другим дорогам с более лучшими транспортно-эксплуатационными характеристиками R_{3t}:

$R_{3t} = C_g \times N_{gt} \times 365 \times (L_o - L) \times (1/k_1 \times V_к)$, где
(23.7)

C_g - средневзвешенная стоимость 1 авт./ч пробега автомобилей на объездных дорогах;

N_{gt} - среднегодовая суточная интенсивность движения указанных автомобилей на t-й год сравнения вариантов, авт./сут;

L_o - протяжённость объездной дороги, км;

k_1 - коэффициент снижения расчетной скорости при движении на объезде;

эффект от снижения потребности в оборотных средствах в результате уменьшения времени пребывания грузов в пути R_{4t} (учитывается только для грузов, находящихся в пути более суток):

$R_{4t} = Q_t \times Ц \times DT/365$, где
(23.8)

Q_t - количество грузов, находящихся "на колесах" в год t, т;

$Ц$ - средняя цена 1 т перевозимых грузов, определяемая структурой грузооборота;

DT - сокращение времени пребывания грузов в пути, сут.

Количество перевозимых грузов при отсутствии данных о грузообороте может быть достаточно достоверно рассчитано по следующей формуле:

$$Q_t = N_t \cdot 365 \cdot \sum_i^n q_i \cdot \beta_i \cdot \gamma_i,$$ где

(23.9)

i - вид грузовых автомобилей (i = 1, ..., n);

q_i - грузоподъёмность i-того вида автомобилей, т;

b_i - доля i-того вида автомобилей в составе грузовых автомобилей потока;

g_i - коэффициент использования грузоподъёмности i-того вида автомобилей;

эффект от снижения количества дорожно-транспортных происшествий в результате улучшения дорожных условий R_{5t} (при отсутствии статистических данных рассчитывается в соответствии с рекомендациями, разработанными МАДИ, - Методы оценки экономического ущерба от ДТП (взамен ВСН 3-81): Отчёт/ МАДИ. - М.: МАДИ, 2001).

Все указанные виды эффекта от проведения работ по ремонту дорог численно равны по своей абсолютной величине соответствующим потерям на транспорте и в социальной сфере, которые имеют место при отказе от их проведения. Таким образом, эффект от ремонта дороги - это величина потерь, устраняемых в процессе ее простого воспроизводства, но с обратным знаком.

Определение потерь на транспорте (и в социальной сфере) в период ремонта дорог $П_t$ осуществляется по вышеприведенным формулам с коррекцией на продолжительность этого периода и на условия организации движения транспорта во время воспроизводственных работ.

Общая величина эффекта от ремонта в год t определяется как сумма его составляющих:

$$R_t = R_{1t} + R_{2t} + R_{3t} + R_{4t} + R_{5t} + П_t.$$

(23.10)

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

23.3. Учёт неопределённости и риска при оценке эффективности ремонта дорог

Очень часто при разработке проектов ремонта дорог возникают ситуации, при которых рассматриваемые ремонтные альтернативы могут иметь несколько, а в некоторых случаях и множество возможных исходов, характеризующихся различными значениями показателей их эффективности. Эти ситуации, как правило, обусловлены влиянием на процесс ремонта внешних по отношению к нему факторов, к основным из которых можно отнести экономическую конъюнктуру деятельности предприятия (спрос на услуги, цены на ресурсы, степень концентрации работ), природно-климатические условия, возможные отклонения в параметрах проектов (по производительности основных машин, стоимости и срокам выполнения и т.п.).

В таких ситуациях возникает необходимость принятия решений в условиях неопределенности или риска наступления возможных исходов осуществления проектов.

Под «неопределённостью» обычно понимают возможные состояния внешней среды, вероятности наступления которых неизвестны, что обусловлено, как правило, неполнотой и неточностью информации об условиях реализации проекта.

Под-«риском» в общем смысле этого слова понимают наступление таких состояний внешней среды, закономерности изменения которых известны или могут быть описаны с помощью известных законов теории вероятности.

В случае неопределённости исходов инвестиционного проектирования рекомендуется использовать критерий Гурвица [59].

По критерию Гурвица выбирается та альтернатива, которая ведет к получению наилучшего результата при промежуточных (устанавливаемых в зависимости от склонности к риску) оценках состояния внешней среды. Критерий Гурвица определяется из условия максимизации следующего выражения:

$l_{max} \times ЧДД_{ij} + (1 - l)_{min} \times ЧДД_{ij}$, где

l - характеристика склонности к риску (l = 0..1);

$ЧДД_{ij}$ - чистый дисконтируемый доход по i-тому варианту проекта и j-тому варианту состояния внешней среды.

Пример. Пусть для трех возможных состояний внешней среды j (j = 1,2,3) и трех альтернативных проектов ремонта i (i = 1,2,3) рассчитаны следующие показатели чистого дисконтируемого дохода (табл. 23.1). Требуется определить наилучший вариант ремонта по критерию Гурвица, если l = 0,5.

Таблица 23.1

Принятие решения в условиях неопределенности

Вариант проекта, *i*	*ЧДД*$_{ij}$ при состоянии *j*:		
	1	2	3
1	12	9	21
2	18	1	16
3	14	16	17

Для нашего примера при $l = 0,5$ оптимальным является третий инвестиционный проект, так как критерий Гурвица (при i =1 - 0,5×(9 + 21) = 15; i =2 - 0,5×(1 + 18) = 9,5; i =3 - 0,5×(14 + 17) = 15,5) для него является максимальным.

При известных вероятностях возможных состояний внешней среды для принятия решений наиболее часто используют два критерия: критерий Байеса (максимум математического ожидания исхода) и максимум функции полезности.

Критерий Байеса определяется из следующего выражения:

$$M_i = \sum_j ЧДД_{ij} \cdot p_j \rightarrow \max,$$

где

p_j - вероятность j-того состояния внешней среды.

Этот критерий не учитывает расхождение результатов проекта (значений *ЧДД*) и поэтому является «нейтральным» по отношению к риску.

Критерий функции полезности наряду с математическим ожиданием возможных исходов учитывает и их среднее квадратическое отклонение s:

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$\sigma_i \sqrt{\sum_j P_j \cdot \left(ЧДД_{ij} - M_i\right)^2}.$$

(23.11)

При этом устанавливается функция полезности следующего вида:

$U_i = M_i \pm k \times s_i$ ® max,
(23.12)

в которой выбор знака и коэффициента k при s зависит от склонности предприятия к риску (при положительном k - большая склонность к риску, при отрицательном k - меньшая).

Рассмотрим использование приведенных критериев на следующем примере (табл. 23.2).

Таблица 23.2

Принятие решения в условиях риска

Вариант проекта, i	$ЧДД_{ij}$ при вероятности исхода p_j		
	$p_1 = 0,2$	$p_2 = 0,3$	$p_3 = 0,5$
1	25	16	10
2	10	15	14
3	9	10	12

Рассчитав математические ожидания возможных исходов по всем инвестиционным альтернативам:

M = 0,2×25 + 0,3×16 + 0,5×10 = 14,8;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

M = 0,2×10 + 0,3×15 + 0,5×14 = 13,5;

M = 0,2×9 + 0,3×10 + 0,5×12 = 10,8;

получим, что по критерию Байеса следует выбрать первый проект.

Если же в качестве критерия использовать функцию полезности $U_i = M_i - s_{i.\max}$, (предполагающую довольно низкую склонность к риску), то в этом случае, как видно из нижеприведенных расчетов, наиболее целесообразной является реализация второго варианта.

Действительно, так как:

$$\sigma_1 = \sqrt{0,2\cdot(25-14,8)^2 + 0,3\cdot(16-14,8)^2 + 0,5\cdot(10-14,8)^2} = 5,72,$$

$$\sigma_2 = \sqrt{0,2\cdot(10-13,5)^2 + 0,3\cdot(15-13,5)^2 + 0,5\cdot(14-13,5)^2} = 1,80,$$

$$\sigma_3 = \sqrt{0,2\cdot(9-10,8)^2 + 0,3\cdot(10-10,8)^2 + 0,5\cdot(12-10,8)^2} = 1,25,$$

то U_1 = 14,8 - 5,72 = 9,08; U_2 = 13,5 - 1,8 = 11,7; U_3 = 10,8 - 1,25 = 9,55, то есть значение U_2 является максимальным.

В практике оценки эффективности инвестиционных проектов ремонта дорог рекомендуется использовать следующие методы учёта факторов их неопределённости и риска:

корректировки нормы дисконта;

построения дерева решений;

анализа чувствительности показателей эффективности;

имитационного моделирования.

Метод корректировки нормы дисконта предусматривает её увеличение до некой величины, гарантирующей высокую надёжность проекта (положительную величину интегрального эффекта). Корректировка осуществляется путём прибавления к норме дисконта так называемой «премии за риск», после чего производится расчет чистого дисконтируемого дохода и других показателей эффективности. В общем случае чем больше неопределенность и риск осуществления инвестиционного проекта, тем выше должна быть величина премии, которая может приниматься расчетным или экспертным путем, а также в соответствии с действующими инструкциями.

Метод построения дерева решений используется для анализа риска проектов в тех случаях, когда риски решений, принимаемых на различных этапах или в различные моменты времени их реализации, являются тесно взаимосвязанными между собой.

Алгоритм построения дерева решений применительно к анализу эффективности инвестиционных проектов предполагает следующую последовательность действий:

определение в виде стрелочной диаграммы эффектов и расходов при возможных структурных схемах реализации проекта;

установление вероятностей притоков и оттоков денежных средств для каждой альтернативной схемы по годам расчетного периода;

расчёт совокупной вероятности осуществления каждого сценария осуществления проекта и соответствующих этому сценарию результирующих показателей эффективности;

анализ полученных вероятностей распределений показателей эффективности и принятие решения об инвестировании.

Метод анализа чувствительности показателей эффективности предусматривает оценку степени влияния основных параметров проекта на его результирующие показатели: интегральный эффект, внутреннюю норму доходности и т.д. Проект считается надежным (устойчивым), если изменения его параметров в наиболее вероятных диапазонах их изменения не приводят к отрицательным значениям чистого дисконтируемого дохода.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Вычислительная процедура этого метода заключается в поочередном изменении в рамках возможных значений каждого из анализируемых параметров проекта при фиксированных (средних) значениях всех остальных параметров с последующей оценкой значимости каждого из них на величину результирующего показателя.

Метод имитационного моделирования предусматривает проведение серии расчетных экспериментов с целью проверки устойчивости проекта к изменению основных условий его реализации. Принципиальное отличие этого метода от предыдущего заключается в следующем.

Во-первых, предполагается, что рассматриваемые параметры инвестиционного проекта являются случайными величинами, распределение которых в заданном интервале подчиняется одному из известных законов распределения вероятностей.

Во-вторых, в процессе каждого эксперимента оценивается влияние на изучаемый показатель не отдельно взятого параметра (при неизменных значениях всех остальных), а всей совокупности анализируемых параметров, значения которых генерируются как случайные числа в принятых интервалах их изменения.

ГЛАВА 24. Планирование и анализ производственно-финансовой деятельности дорожных организаций по содержанию и ремонту автомобильных дорог

24.1. Виды, основные задачи и нормативная база планирования

Система планирования деятельности дорожных организаций должна быть направлена на разработку оптимальной стратегии и тактики их функционирования, адекватных сложившейся конъюнктуре рынка ремонтных работ, производственному потенциалу организаций и социально-экономическим возможностям его наращивания.

В общем случае система планирования включает: прогнозные расчёты и проработки (на 5-10 лет), перспективное планирование (на 3-5 лет), годовое планирование и оперативно-производственное планирование.

Прогнозные разработки базируются на маркетинговых исследованиях потребности регионов в ремонте и содержании автомобильных дорог, с одной стороны, и состоянии рынка подрядных работ - с другой. В результате прогнозных расчетов определяется конкурентоспособность организаций и стратегии их поведения в конкурсах на размещение заказов на объектах дорожного хозяйства.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Перспективные планы обеспечивают своевременную подготовку производства дорожных работ, создания и развития производственной базы, установления долговременных производственных связей с предприятиями-поставщиками. Перспективное планирование предполагает наличие у дорожной организации «портфеля заказов», т.е. заключенных договоров подряда на ремонт и содержание дорог на ближайшие 3-5 лет.

При годовом планировании деятельности дорожных организаций решаются следующие основные задачи:

конкретизируется на очередной год производственная программа с учётом результатов её выполнения в предыдущем году и обеспечиваются её сбалансированность с производственной мощностью предприятий;

определяется потребность в необходимых для её выполнения материально-технических, трудовых и финансовых ресурсах, устанавливаются источники их получения и заключаются договоры с предприятиями-поставщиками;

устанавливаются ожидаемые финансовые результаты деятельности предприятий, включая прибыль от выполнения работ и реализации услуг, а также платежи в бюджет.

При оперативно-производственном планировании основные показатели годовых планов устанавливаются на более короткие промежутки времени - на квартал, месяц, а для сложных объектов - на декаду, неделю, сутки и распределяются по структурным подразделениям предприятий (участкам производителей работ, мастеров).

Расчёт и обоснование показателей планов базируется на системе плановых норм и нормативов, составляющих нормативную базу планирования. При разработке плановых норм и нормативов должны соблюдаться следующие основные принципы:

методическое единство формирования всех элементов нормативной базы планирования для различных временных этапов и иерархических уровней управления, что позволяет обеспечить их сопоставимость, преемственность и возможность быстрого последовательного агрегирования или разукрупнения в зависимости от целей и задач планирования;

обеспечение прогрессивности норм и нормативов на основе отражения в них достижений научно-технического прогресса и передового опыта, с одной стороны, и конкретных условий функционирования дорожных организаций, с другой;

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

систематический пересмотр и обновление нормативной базы в связи с изменениями номенклатуры работ, условий их производства и действующих законодательных актов, а также новыми достижениями в науке и технике.

Система норм и нормативов планирования содержания и ремонта автомобильных дорог включает в себя следующие документы:

Нормы затрат труда и стоимости работ по содержанию автомобильных дорог / Росдорнии. - М., 1996;

Нормативные денежные затраты на содержание 1 км обслуживаемой сети федеральных автомобильных дорог на основе объектов-аналогов / Росдорнии. - М., 2000;

Нормативные денежные затраты на содержание территориальных автомобильных дорог на основе объектов-аналогов / Росдорнии. - М., 2000;

Нормативы потребности в дорожной технике для содержания автомобильных дорог / ФДС России. - М., 2000;

Производственные нормы расхода материалов на ремонт дорог;

Плановые нормы использования дорожных машин по времени и производительности;

Нормы затрат труда на выполнение дорожно-ремонтных работ;

Планово-расчётные цены на материалы и на 1 маш.-см эксплуатации дорожных машин.

24.2. Содержание и порядок разработки основных разделов годового плана деятельности дорожных организаций

Годовой план дорожной организации представляет собой систему взаимосвязанных показателей, определяющих основные направления её деятельности. Эти показатели рассчитываются в следующих основных разделах плана: производственной программе, плане механизации, плане материально-технического снабжения, плане по труду, плане технического развития и повышения эффективности производства, плане себестоимости работ и финансовом плане.

Производственная программа (план ремонтных работ) определяет конечные результаты деятельности дорожной организации и служит базой для расчёта других разделов годового плана. Она представляет собой перечень объектов, подлежащих ремонту в плановом году, с указанием по каждому объекту его

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

мощности (протяженности), местоположения, требуемых объёмов ремонтных работ в натуральном и стоимостном выражении, сроков их выполнения, а также распределения объёмов работ по источникам финансирования, видам подрядных договоров и исполнителям.

При разработке производственной программы должно предусматриваться создание сезонных заделов для обеспечения ритмичной работы дорожной организации в течение года, наиболее эффективное использование их производственных мощностей, возможное сокращение территориальной рассредоточенности объектов и повышение доли однородных ремонтных работ с целью снижения производственных издержек и широкого применения поточных методов их выполнения.

Разработка производственной программы - наиболее сложный и ответственный этап планирования деятельности дорожной организации, так как связана с многовариантными расчётами по установлению такой её структуры, которая бы обеспечивала выполнение максимальных объёмов ремонтных работ при наиболее полном использовании ресурсов.

Наиболее эффективно указанная задача решается путём составления экономико-математической модели плана производства ремонтных работ, адекватной планируемым условиям их выполнения. Составными частями такой модели является целевая функция, рассматриваемая как критерий, и система ограничений, отражающая условия функционирования дорожной организации.

Так как модель производственной программы дорожной организации должна способствовать повышению эффективности её работы, в качестве критерия оптимальности могут быть приняты соответствующие показатели её деятельности. Такими показателями могут быть наибольший объем выполняемых работ, максимальная прибыль, максимальный уровень качества работ и др. В качестве ограничений могут выступать наличные ресурсы организации, установленные сроки выполнения работ, уровень их себестоимости, степень использования производственной мощности организации, объём поставок материалов и полуфабрикатов.

В зависимости от постановки задачи оптимального планирования ограничения и критерии могут меняться местами. Например, при использовании в качестве критерия плана ремонтных работ показателя минимальных издержек производства ограничениями могут быть установленные объёмы выполнения ремонтных работ.

Выбранная система ограничений с соответствующей целевой функцией представляет собой задачу оптимального программирования, для решения которой обычно используют симплексный метод. В формализованном виде эта задача может быть записана следующим образом.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Пусть в плановом году дорожная организация может выполнять какие-либо ремонтные работы (например, по замене асфальтобетонного покрытия) на n объектах (i = 1, 2,..., n), для выполнения которых требуется m видов ресурсов (j = 1, 2,..., m). Известны нормы затрат всех видов ресурсов a_{ij} (затраты труда, времени работы машин и расход полуфабрикатов) на выполнение единицы объема работ на каждом объекте, а также имеющееся общее их количество A_{ij} в дорожной организации.

При известных значениях удельной прибыли от выполнения работ на каждом объекте C_i требуется составить такую программу работ дорожной организации, при которой достигается максимальная прибыль от их выполнения.

Математически решение задачи сводится к оптимизации целевой функции

$$F(X) = \sum_{i=1}^{n} C_i X_i \rightarrow \max,$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_i \le A_j, \quad X_i \ge 0, \quad i = 1,2,...,n; \quad j = 1,2,...m,$$

X_i - объём выполняемых ремонтных работ на i-том объекте.

План механизации содержит задания по уровню механизации ремонтных работ, показатели потребности в дорожных машинах и затрат на их эксплуатацию. Основная задача разработки этого плана - максимальное сокращение затрат ручного труда при выполнении всех видов ремонтных работ.

Плановый уровень механизации, в том числе комплексной по каждому виду определяют исходя из его достигнутого уровня в базисном году, улучшения использования техники в результате осуществления мероприятий, предусмотренных в оргтехплане, ожидаемого пополнения парка машин дорожной организации.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Годовую потребность в основных дорожных машинах, занятых на выполнении однородных работ и функционирующих автономно *N*, определяют исходя из планируемых объемов механизируемых ремонтных работ, способа их выполнения и их плановых годовых норм выработки:

$$N = \frac{V_M \cdot y}{100 \cdot П_Г},$$ где

(24.1)

V_M - общий объём механизированных работ данного вида в натуральных единицах измерения;

y - доля работ выполняемых соответствующим способом в их общем объёме, %;

$П_Г$- плановая годовая производительность в натуральных единицах измерения.

Плановую годовую производительность машины определяют как произведение часовой эксплуатационной производительности $П_{эч}$ на плановый годовой фонд рабочего времени ее использования в часах Тг.

Норма эксплуатационной часовой производительности характеризует производительность машины за 1 ч рабочего времени смены с учетом при этом перерывов только по конструктивно-техническим и технологическим причинам в пределах рабочей смены. Норму эксплуатационной производительности машины определяют на основе данных о фактической производительности машины за отчетный год и планируемых мероприятий по повышению выработки машин.

Количество часов работы машин в году устанавливают на основании годовых и сменных режимов их работы.

Годовой режим работы машин представляет собой распределение календарной продолжительности года $Д_к$ в днях на дни работы машин $Д_р$, время неработы по выходным и праздничным дням $Д_в$ и дни простоев по различным причинам: метеорологическим $Д_м$, организационным $Д_о$, пребывания машин в ремонте $Д_{рем}$ и на перебазировании с одного объекта на другой $Д_п$. Отсюда количество дней работы машин

$$Д_р = Д_к - (Д_м + Д_о + Д_{рем} + Д_п + Д_в).$$

(24.2)

При этом из показателей $Д_м$, $Д_о$, $Д_{рем}$ и $Д_п$ исключают выходные и праздничные дни, приходящиеся на перебазирование, метеорологические и организационные перерывы и ремонт машин.

В сменном режиме работы машин проводится распределение продолжительности смены $t_{см}$ на отрезки времени в часах, в которые машинист осуществляет полезную работу $t_{пол}$ (выполняет основные функции, имеет перерывы по организационно-технологическим причинам, осуществляет ежесменное техническое обслуживание) и имеет внутрисменные перерывы в работе по метеорологическим $t_м$ и организационным причинам $t_о$.

Отсюда полезное время работы машин в смену

$$t_{пол} = t_{см} - (t_м + t_о).$$
(24.3)

В соответствии с установленным годовым и сменным режимом работы машин, а также плановым коэффициентом сменности производства работ $k_{см}$ количество часов работы машин в году

$$t_г = Д_р \times t_{пол} \times k_{см}.$$
(24.4)

При расчёте потребности в машинах для комплексной механизации ремонтных работ плановую производительность комплекта машин определяют по годовой плановой норме выработки ведущей машины. При этом работу остальных машин, входящих в состав комплекта, взаимоувязывают с режимом работы ведущей машины таким образом, чтобы обеспечивалась бесперебойная работа всего комплекта машин.

Потребность в машинах, занятых на выполнении необъемных видов работ, а также работающих со сменным оборудованием (экскаваторы и краны, работающие в тот или иной период времени со сменным крановым, грейферным, сваебойным оборудованием, оборудованием для рыхления грунта), определяют на основе требуемого количества машино-часов их работы в плановом году и расчётного показателя использования одной машины по времени согласно годовому режиму её работы.

Планирование затрат на эксплуатацию машин осуществляется в зависимости от организационных форм их эксплуатации в дорожной организации.

Для машин, находящихся на балансе дорожной организации, затраты на эксплуатацию определяют по плановым калькуляциям себестоимости машино-часа и планируемому количеству часов работы машин в году.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Планирование себестоимости машино-часа производят по трём группам затрат:

единовременным Е, включающим расходы по доставке машин на объект, пробный пуск, монтаж и демонтаж; расходы по возведению вспомогательных устройств для нормальной эксплуатации машин; расходы по перестановке несамоходных машин в пределах объекта;

годовым Г, включающим амортизационные суммы на реновацию, модернизацию и капитальный ремонт машин, а также затраты на содержание и ремонт вспомогательных устройств;

текущим $С_{то}$, включающим расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт машин; расходы на энергоресурсы, смазочные и обтирочные материалы; заработную плату рабочих, управляющих машиной; расходы по ремонту и замене сменной оснастки (автопокрышек, тросов и т.п.).

С учетом указанных групп затрат плановая себестоимость 1 маш.-ч

$C = E/T_{оч} + Г/T_{г} + C/t_{см}$, где
(24.5)

$T_{оч}$ - планируемое число часов работы машины на объекте.

Для машин, привлекаемых для производства ремонтных работ на правах аренды или лизинга, затраты на эксплуатацию определяются на основе ставок арендной платы (лизинга) или планово-расчётных цен за 1 маш.-ч и планового количества их работы в дорожной организации.

В планово-расчётную цену 1 маш.-ч кроме прямых затрат, рассчитываемых по вышеприведённой формуле, включаются накладные расходы и планируемая величина прибыли арендодателя.

Эффективность использования машин в дорожных организациях зависит от большого количества факторов переменных во времени и пространстве, что требует при выборе оптимальных плановых решений перебора большого количества вариантов организации производства ремонтных работ. В связи с этим для решения задач в области механизации производства должны широко использоваться экономико-математические методы.

Круг задач, решаемых этими методами, довольно широк: оптимальное распределение машин по объектам строительства, оптимальное планирование очерёдности механизированных работ и выбор рациональных способов их выполнения, оптимизация загрузки машин, взаимодействующих в потоке, оптимальное планирование перебазировки машин по объектам ремонта,

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

установление оптимальных сроков замены машин, определение оптимального состава парка машин в дорожной организации.

План материально-технического снабжения (МТС) представляет собой материальный баланс, в котором указана потребность дорожной организации в ресурсах в натуральном и денежном выражении, а также источники и размеры её покрытия.

При разработке плана МТС определяют: потребность в материалах, полуфабрикатах, конструкциях и деталях для ремонтных работ, выпуска продукции подсобных производств, обеспечения нужд обслуживающих и прочих хозяйств, выполнения работ за счёт накладных расходов; производственные запасы материалов на начало и конец планируемого года, количество материальных ресурсов, подлежащих завозу в дорожную организацию; источники покрытия потребности в материальных ресурсах и размеры их поставок, планово-расчётную стоимость материальных ресурсов.

Планирование МТС начинают с определения потребности в материальных ресурсах на выполнение производственной программы исходя из планируемых объемов работ, продукции и услуг и норм расхода материалов. При этом в зависимости от цели планирования используется два вида норм: производственные и сметные.

Производственные нормы расхода материалов являются первичными нормами, предназначенными для расчёта потребности в материалах непосредственно на мастерских участках, в бригадах и на рабочих местах. По этим нормам осуществляется годовое производственное планирование снабжения дорожных организаций, а также контроль за расходованием ресурсов.

По сметным нормам дорожные организации определяют нормативную потребность в ресурсах на плановый год и разрабатывают договоры-заявки на поставку материалов.

На основе рассчитанной потребности в материалах определяют их производственные запасы, необходимые для нормального функционирования дорожных организаций.

Производственные запасы материалов (в разрезе их отдельных номенклатурных групп) устанавливают по прогрессивным нормам. Нормой запаса считается такое количество материальных ресурсов, которое необходимо для бесперебойного осуществления ремонтных работ.

В зависимости от измерителей, в которых выражен запас, различают абсолютные, относительные и денежные нормы запасов материальных ресурсов. Абсолютную норму запаса измеряют в натуральных показателях (т, $м^3$, шт.),

относительную норму запаса выражают в днях (она показывает, на какой период времени обеспечена организация тем или иным видом материальных ресурсов). Денежную норму запаса определяют умножением абсолютной нормы на сметную стоимость единицы соответствующего вида материалов. Денежное выражение производственной нормы запаса (норматив запаса) необходимо для определения размера оборотных средств дорожной организации.

При планировании производственных запасов их принято подразделять на текущие, подготовительные и страховые (гарантийные).

Под текущим запасом понимают ту часть производственного запаса, которая предназначается для обеспечения производства работ в период между двумя смежными поставками материалов. Размер этого запаса зависит от периодичности поставки материалов и уменьшается от максимального (при поступлении материалов в дорожную организацию) до нулевого (перед очередной поставкой).

Максимальная величина текущего запаса

$З_Т = П_{см} Д_{пл}$, где
(24.6)

$П_{см}$ - среднесуточная потребность в материале;

$Д_{пл}$ - интервал между очередными поставками.

При составлении плана материально-технического снабжения обычно принимают среднюю величину текущего запаса $З_{ТС}$, которую при наличии нескольких поставщиков одного и того же материала рассчитывают по формуле

$З_{ТС} = П_{см} (S D_i \times g_{мi})/2$, где
(24.7)

D_i - интервал поставок материалов от i-того поставщика, $g_{мi}$ - удельный вес материалов, получаемых от i-того поставщика в общем объёме его поставок.

Подготовительный запас материальных ресурсов создается в связи с необходимостью складской обработки и подготовки к использованию поступающих материалов. Его относительная величина определяется временем, необходимым для разгрузки, приёмки, испытания, сортировки, комплектации и предварительной обработки материала.

Страховой (гарантийный) запас должен обеспечить организацию материальными ресурсами при перебоях в снабжении текущим запасом. Его норму определяют исходя из минимального времени, необходимого для отгрузки новой партии данного материала взамен непоступившей, и времени транспортирования

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

этой партии от поставщиков до дорожной организации. Страховой запас обычно принимают в размере 50 % от текущего запаса. При складской форме поставок страховой запас не планируют.

Экономическое обоснование рационального размера запасов представляет собой одну из важных задач теории управления запасами, которая в настоящее время широко применяется в дорожном хозяйстве.

В наиболее простой постановке сущность этой задачи состоит в следующем. Известна общая потребность в определенном виде материалов N при сроке выполнения работ T, а также стоимость доставки одной единицы материалов C_n и суточные затраты на хранение одной единицы материалов C_x. Требуется определить оптимальное количество материалов в партии n, количество партий r и период пополнения запаса t, при которых суммарные затраты на доставку и хранение производственного запаса материалов были бы минимальными.

Для решения этой задачи определяют сначала суммарные затраты на доставку и хранение одной партии материалов. При условии, что средняя норма текущего запаса материалов составляет $0{,}5n$, их величина определится как

$$S_n = C_n + 0{,}5C_x \times t, \tag{24.8}$$

а суммарные затраты на доставку и хранение всех партий при их количестве $r = N/n$ будут равны

$$S = (C_n + 0{,}5 \times C_x \times t) \times N/n. \tag{24.9}$$

Подставляя в эту формулу значение $t = T \times n/N$, после несложных преобразований получим

$$S = C_n \times N/n + 0{,}5nC_xT. \tag{24.10}$$

Дифференцируя полученное выражение по dn и приравнивая его нулю, определим оптимальное количество материалов в каждой партии

$$dS/dn = - C_n \times N/n^2 + 0{,}5C_xT; \tag{24.11}$$

откуда

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

$$n_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot N \cdot C_н}{T \cdot C_х}}.$$

(24.12)

Соответственно

$$r_0 = \frac{N}{n_0} = \sqrt{\frac{N \cdot T \cdot C_х}{2 \cdot C_н}}, \quad \text{а} \quad t_0 = \frac{T \cdot n_0}{N} = \sqrt{\frac{2 \cdot T \cdot C_н}{N \cdot C_х}}.$$

(24.13)

После расчёта потребности в материальных ресурсах устанавливаются источники покрытия этой потребности. Для этого сначала определяют ожидаемые остатки запасов материалов на начало планового периода. Затем рассматривают возможность покрытия потребности в материалах за счет собственных источников дорожной организации: выпуска продукции от собственных подсобных производств и хозяйств (АБЗ, карьеров), использование отходов промышленного производства, замена привозных материалов местными. Если потребность в материалах за счёт собственных источников не может быть обеспечена, определяют размеры материальных ресурсов, подлежащих завозу от предприятий-поставщиков.

Стоимость материалов, необходимых для выполнения производственной программы, определяют по планово-производственным ценам. Основное отличие планово-расчётных цен от сметных состоит в том, что они учитывают конкретные условия осуществления работ в данной дорожной организации, достигнутый уровень механизации погрузоразгрузочных работ, фактический уровень заготовительных и складских расходов.

Каталоги планово-расчетных цен должна разрабатывать каждая дорожная организация на основе действующих нормативов (сборники ЕниР, прейскуранты, тарифы) и периодически пересматривать по мере изменений в условиях материально-технического снабжения, а также в связи с инфляцией.

План по труду разрабатывают для определения численности всех категорий работников дорожных организаций, а также их фонда заработной платы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Планирование численности рабочих осуществляют следующим образом:

определяют суммарные затраты труда в человеко-часах на выполнение всех работ, включая дорожно-ремонтные работы, обслуживание машин, работы в подсобных производствах. Трудоемкость дорожных работ рассчитывают на основе физических объемов этих работ и укрупнённых норм затрат труда на единицу работ. К общим затратам труда на выполнение этих работ добавляют дополнительные затраты, связанные с производством работ в зимнее время. Затраты труда рабочих подсобных производств определяют исходя из планируемых объёмов их продукции и норм затрат труда на единицу продукции;

составляют баланс рабочего времени, устанавливающий среднее практически возможное время работы одного рабочего в условиях данной организации. Полезный плановый фонд рабочего времени получают путём исключения из календарной продолжительности года всех выходных и праздничных дней, средней продолжительности отпусков, среднее количество дней неявок на работу из-за болезни, выполнения государственных и общественных обязанностей и по другим объективным причинам;

рассчитывают численность рабочих как отношение трудоёмкости работ, скорректированной на планируемое сокращение затрат труда по оргтехплану, к годовому балансу рабочего времени.

Численность административно-управленческого персонала (инженерно-технических работников и служащих аппарата управления) устанавливают на основе штатного расписания, представляющего перечень численного состава названных категорий работников с указанием должностей, числа работников по каждой должности и окладов.

Численность линейного персонала дорожных организаций (производителей работ, мастеров, линейных механиков) определяют потребностью по проектам производства работ в зависимости от конкретных условий работы (числа рабочих смен, сложности выполнения работ, территориальной рассредоточенности объектов).

В фонд заработной платы дорожной организации включается заработная плата всех категорий работников, занятых во всех производствах и хозяйствах, находящихся на её балансе.

Расходы на оплату труда каждой категории работников определяются исходя из плановых объёмов работ, принятых в дорожной организации форм и систем оплаты труда, а также заключенных контрактов с исполнителями (при контрактной системе найма).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

План технического развития и повышения эффективности производства (оргтехплан) содержит систему мероприятий, обеспечивающих повышение технического уровня и качества производства работ и снижение их себестоимости.

Мероприятия, предусматриваемые в оргтехплане, группируются по следующим основным направлениям: повышение уровня механизации и автоматизации производственных процессов; улучшение использования машин и оборудования; внедрение новых материалов и конструкций; внедрение прогрессивной технологии производства; улучшение организации производства, труда и управления.

По каждому мероприятию, включенному в оргтехплан, рассчитывают экономический эффект путём сопоставления затрат на производство работ с применением данного мероприятия и без него. При этом определяют сокращение затрат труда в человеко-днях и снижение себестоимости работ (по прямым затратам и накладным расходам).

Разработку оргтехплана необходимо осуществлять совместно с другим разделами годового плана, так как, во-первых, в них должны предусматриваться ресурсы для внедрения запланированных мероприятий и, во-вторых, расчёт показателей этих разделов должен производиться с учётом внедрения мероприятий по оргтехплану.

План себестоимости работ состоит из двух частей: сметы накладных расходов и сметы затрат на производство.

При разработке сметы накладных расходов их принято подразделять на четыре группы:

административно-хозяйственные расходы (заработная плата административно-управленческого и линейного персонала, отчисления на социальные нужды, расходы на содержание и эксплуатацию вычислительной техники, расходы на содержание и эксплуатацию зданий, расходы на служебные командировки, прочие административно-хозяйственные расходы);

расходы по обслуживанию работников (отчисления на социальные нужды рабочих, расходы по охране труда, технике безопасности и санитарно-бытовому обслуживанию, затраты на подготовку и переподготовку кадров);

по организации и производству работ (затраты на содержание пожарно-сторожевой охраны, расходы по возмещению износа производственного оборудования и инвентаря, затраты на содержание лабораторий и проектно-сметных групп, расходы по возведению временных нетитульных сооружений);

прочие накладные расходы.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Плановую величину затрат по большинству статей накладных расходов определяют прямым счетом на основе показателей плана по труду, по другим статьям - по сложившемуся уровню за ряд предшествующих лет.

Общая сумма накладных расходов на плановый год не должна превышать их сметного лимита.

В смете затрат обобщаются результаты расчетов всех издержек производства, приведенные в других разделах годового плана, и приводится структура этих затрат, обычно включающая следующие четыре группы: затраты на приобретение и изготовление материалов, полуфабрикатов, конструкций; расходы на оплату труда рабочих; расходы на содержание и эксплуатацию дорожных машин и накладные расходы.

Финансовый план (баланс доходов и расходов) отражает в обобщённом стоимостном виде всю производственно-хозяйственную деятельность дорожных организаций и обеспечивает сбалансированность всех разделов годового плана.

В финансовом плане доходы определяются в зависимости от источников их образования, а расходы - по отдельным направлениям.

К источникам формирования доходов относятся: авансовые платежи на выполнение работ, оказание услуг, выпуск продукции; выручка от реализации продукции, услуг; арендная плата за сданное в аренду имущество; финансирование из бюджета и внебюджетных фондов; собственные источники средств (чистая прибыль, фонды предприятия, добавочный капитал).

Расходы исчисляются по следующим направлениям: себестоимость продукции, работ, услуг; капитальные вложения в основные средства и нематериальные активы; налоги, проценты, пени, штрафы, неустойки; затраты на приобретение прав пользования, на ликвидацию загрязнения окружающей среды; консультативные и информационные услуги; затраты на нужды субъектов Федерации.

Структура баланса строго регламентирована действующей нормативной документацией.

На основе баланса рассчитывается плановая прибыль дорожной организации, которая определяется по разности доходов и расходов за вычетом суммы налоговых выплат, не относящихся на себестоимость дорожных работ.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

24.3. Экономический анализ деятельности дорожных организаций

Основные задачи анализа деятельности организаций - выявление внутренних резервов производства и совершенствование методов его организации и планирования.

Экономический анализ проводится комплексно по широкому кругу показателей во всех подразделениях дорожных организаций; при этом не только фиксируются достигнутые результаты их деятельности и причины отклонения фактических показателей от плановых, но и разрабатываются конкретные мероприятия по устранению выявленных недостатков и повышению эффективности работы предприятий в будущие периоды.

Экономический анализ базируется на сравнении плановых и фактических показателей, которое может производиться: в статике (для отдельного периода времени в целом) и в динамике (для нескольких периодов); в рамках одной организации и в рамках определённой группы организаций, работающих примерно в одинаковых условиях; для отдельно взятого показателя и для группы взаимосвязанных показателей; только во времени и во времени и пространстве.

В зависимости от целей и задач анализа используются различные методы:

статистических группировок (позволяет осуществлять классификацию технико-экономических показателей по определенным признакам);

цепных подстановок (предусматривает поочередную подстановку значений в ряд функционально взаимосвязанных между собой показателей с целью установления влияния каждого на результирующий показатель);

корреляционного анализа (устанавливает тесноту связи между показателями, находящимися между собой в статистической связи);

парного и множественного регрессионного анализа (предусматривает определение формы связи соответственно между двумя и большим количеством изучаемых показателей, находящихся между собой в статистической связи);

главных компонентов (предполагает сведение всего множества факторов, определяющих значение какого-либо показателя, к ограниченному их числу, ранжированных по значимости влияния на этот показатель);

кластерного анализа (предусматривает разбиение множества показателей на однородные группы по одному или нескольким признакам, лежащим в основе их классификации);

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

графического анализа (предназначен для наглядного представления в виде плоских и объёмных диаграмм различного вида динамики показателей и форм связи между ними).

Экономический анализ деятельности дорожных организаций включает следующие основные разделы и работы.

Анализ выполнения производственной программы - оценка соответствия фактически выполненных объемов работ плановым, их сбалансированности с производственной мощностью дорожной организации; анализ степени однородности, концентрации и территориальной рассредоточенности работ; уровня использования поточных методов организации ремонта дорог; определение структуры работ по видам ремонта и содержания; уровня равномерности (ритмичности) выполнения работ. Разработка предложений по совершенствованию планирования производственной и территориальной структуры работ, определению рациональной зоны деятельности дорожной организации, повышению уровня её предметной или технологической специализации, развитию производственной мощности основных производственных подразделений, а также подсобных производств и обслуживающих хозяйств.

Анализ плана механизации - оценка уровня использования технических средств по времени и производительности, определение причин целодневных и внутрисменных простоев машин; анализ степени использования взаимозаменяемых машин на объектах производственной программы; оценка физического и морального состояния машин, анализ обеспеченности организации новыми и более прогрессивными техническими средствами, анализ уровня механизации ремонтных работ. Разработка рекомендаций по повышению эффективности использования машин, рациональной области их применения, организационным формам эксплуатации машин, составу и структуре машинного парка, повышению технической оснащенности дорожной организации и уровня механизации малообъёмных, вспомогательных и отделочных работ.

Анализ плана материально-технического снабжения - оценка обеспеченности объектов производственной программы основными материалами, полуфабрикатами и конструкциями, анализ источников получения материальных ресурсов (соблюдение договорных условий по объёмам, комплектности и периодичности поставок), оценка ритмичности работы подсобных предприятий дорожных организаций по производству материалов, полуфабрикатов и конструкций; определение структуры производственных запасов материалов и соответствие их фактического уровня нормативному, анализ прогрессивности производственных норм расхода и производственных запасов материалов. Разработка предложений по совершенствованию системы обеспечения объектов ремонта материальными ресурсами, оптимизации структуры и уровня производственных запасов, улучшению работы подсобных предприятий, рационализации схем поставок материалов от внешних поставщиков, пересмотру

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

или дополнению действующих норм расхода и производственных запасов материальных ресурсов.

Анализ плана по труду - оценка обеспеченности дорожной организации кадрами различных профессий и квалификации, анализ соответствия среднего разряда рабочих среднему разряду выполненных работ, оценка использования рабочего времени, определение уровня производительности труда на выполнении отдельных видов работ и динамики её изменения, анализ организационной и производственной структуры управления дорожной организации, анализ текучести рабочих кадров, оценка использования фонда заработной платы и динамики ее изменения в сравнении с динамикой производительности труда. Разработка мероприятий по повышению производительности труда, оптимизации состава и структуры рабочих звеньев и бригад, совершенствованию организационной структуры управления дорожной организации, снижению потерь рабочего времени и текучести рабочих кадров, улучшению организации оплаты работников предприятия.

Анализ плана технического развития и повышения эффективности производства - оценка степени реализации намеченных мероприятий по сокращению затрат труда и снижению себестоимости работ. Ранжирование мероприятий по фактическому экономическому эффекту. Рекомендации по совершенствованию состава и структуры оргтехплана, расширению области применения мероприятий с наибольшим экономическим эффектом.

Анализ плана себестоимости работ - оценка уровня фактической себестоимости работ по сравнению с плановой по статьям затрат, анализ структуры издержек дорожной организации, анализ соответствия фактических цен на все виды ресурсов планово-расчётным, оценка достигнутой экономии на снижении себестоимости работ. Разработка рекомендаций по корректировке планово-расчётных цен на ресурсы и использованию резервов снижения себестоимости работ.

Анализ финансового плана - оценка финансового состояния дорожной организации на основе баланса доходов и расходов, анализ фактической структуры доходов и расходов и её соответствия плановой, оценка уровня и динамики прибыли дорожной организации, анализ структуры капитала (собственного и заёмного) дорожной организации, расчёт финансовых коэффициентов, характеризующих уровень её платежеспособности, кредитоспособности и деловой активности. Разработка рекомендаций по совершенствованию структуры капитала дорожной организации и повышению её финансовой устойчивости.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru
Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

Список литературы

1. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. 1. - М.: Транспорт, 1987. - 368 с.

2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. - М.: Транспорт, 1982. - 288 с.

3. Дорожные условия и режимы движения автомобилей / В.Ф. Бабков, М.Б. Афанасьев, А.П. Васильев и др. - М.: Транспорт, 1967. - 221 с.

4. Байнатов Ж.Б., Тулебаев К.Р. Защита автомобильных дорог от снежных и песчаных заносов. - М., 1997. - 76 с. - (Автомоб. дороги: Обзорн. информ. / Информавтодор; Вып. 3).

5. Бахрах Г.С. Холодная регенерация дорожных одежд нежесткого типа. - М., 1999. - 84 с. - (Автомоб. дороги: Обзорн. информ. / Информавтодор; Вып. 6).

6. Планирование дорожно-ремонтных работ на основе прогнозирования транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог: Метод, указания / Ш.Х. Бекбулатов, О.А. Красиков и др.; Минстрой Респ. Казахстан. - Алма-Ата, 1993. - 36 с.

7. Бируля А.К., Михович С.И. Работоспособность дорожных одежд. - М.: Транспорт, 1968. - 172 с.

8. Богуславский А.М., Богуславский Л.А. Основы реологии асфальтобетона / Под ред. проф. Н.Н. Иванова. - М., 1972. - 200 с.

9. Борьба со снегом и гололедом на транспорте: Материалы 2-го междунар. симпозиума: Пер. с англ. -М.: Транспорт, 1986. - 216 с.

10. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения в сложных погодных условиях. - М.: Транспорт, 1976. - 224 с.

11. Васильев А.П., Фримштейн М.И. Управление движением на автомобильных дорогах. - М.: Транспорт, 1979. - 296 с.

12. Васильев А.П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. - М.: Транспорт, 1986. -248 с.

13. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 1990. - 304 с.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

14. Васильев А.П., Шамбар П. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов. Опыт дорожников Франции. - М.: ООО «Трансдорнаука», 1999. - 80 с.

15. Реконструкция автомобильных дорог / А.П. Васильев, Ю.М. Яковлев, М.С. Коганзон и др. - М., 1998. - 125 с.

16. Продление эксплуатационного ресурса покрытий автомобильных дорог и аэродромов / А.П. Виноградов, В.Н. Иванов, Г.Н. Козлов др. - М.: АО «Ирмаст-Холдинг», 2001. - 170 с.

17. Временные правила диагностики автомобильных дорог, оценки их состояния и назначения ремонтных мероприятий / Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь. - Минск, 1996. - 80 с.

18. Руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог / Минтранс России, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор). - М., 2004.

19. ГОСТ 10807-78. Знаки дорожные. Общие технические условия. - Введ. 01.01.80. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002.

20. ГОСТ Р 51256-99. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования. - Введ. 01.01.2000; Введ. впервые. -М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. - 27 с.

21. ГОСТ Р 50970-96. Технические средства организации дорожного движения. Столбики сигнальные дорожные. Общие технические требования. Правила применения. - Введ. 01.07.97; Введ. впервые. -М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997. - 7 с.

22. ГОСТ Р 50971-96. Технические средства организации дорожного движения. Световозвращатели дорожные. Общие технические требования. Правила применения. - Введ. 01.07.97; Введ. впервые. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997. - 13 с.

23. ГОСТ 25695-91. Светофоры дорожные. Типы. Основные параметры. - Взамен ГОСТ 25695-83; Введ. 01.01.93. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997. - 13 с.

24. ГОСТ 23457-86. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. - Взамен ГОСТ 23457-79; Введ. 01.01.87. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. - 69 с.

25. ГОСТ Р 50597-93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

безопасности дорожного движения. - Ввел. 01.07.94; Ввел, впервые. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1993. - 14 с.

26. ГОСТ 30412-96. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий. - Введ. 01.01.97; Введ. впервые. - М.: ГУП ЦПП, 1996. - 12 с.

27. ГОСТ 30413-96. Дороги автомобильные. Методы определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием. - Введ. 01.07.97. - М.: ГУП ЦПП, 1997. - 8 с.

28. Дорожная техника: Каталог-справочник. - М.: Радор, 2002.

29. Закиров Р.С. Предупреждение песчаных заносов железных, автомобильных дорог и ирригационных сооружений. - М.: Медицина, 1983. - 166 с.

30. Закиров Р.С. Железные дороги в песчаных пустынях. Проектирование, сооружение земляного полотна и эксплуатация пути. - М.: Транспорт, 1980. - 221 с.

31. Закрепление подвижных песков пустынь СССР / Под ред. А.Г. Бабаева. - Ашхабат: Ылым, 1982. -223 с.

32. Затворницкая Т.А., Магитон А.С. Материалы серии Эмако для ремонта бетонных и железобетонных конструкций // Бетон и железобетон. - 2001. - № 2. - С. 18-20.

33. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г.В. Бялобжеский, А.К. Дюнин и др.; Под. ред. А.К. Дюнина. - М.: Транспорт, 1983. - 197 с.

34. Повышение надежности автомобильных дорог / И.А. Золотарь, В.К. Некрасов и др.;/ Под ред. И.А. Золотаря. - М: Транспорт, 1977. - 183 с.

35. Инструкция по защите и очистке автомобильных дорог от снега: ВСН 4-69. - М.: Транспорт, 1970. -44 с.

36. Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации / Минтранс России, МВД России, ФАДС России. - М.: Информавтодор, 1996. - 45 с.

37. Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд (Взамен ВСН 197-91) / Гос. службадор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М.: Информавтодор, 2004. - 135 с.

38. Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах: ВСН 4-81 / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1990. - 32 с.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

39. Инструкция по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах: ВСН 45-68 / Минавтошосдор РСФСР. - М.: Транспорт, 1969.

40. Инструкция по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ: ВСН 37-84 / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1985. - 40 с.

41. Инструкция по устройству и ремонту дорожных покрытий с применением литого асфальтобетона: ВСН 60-97. - М. 1997.

42. Инструкция по применению литых бетонных смесей в дорожном строительстве: ВСН 7-98.

43. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М.: Информавтодор, 2003. - 72 с.

44. Истомин В.С. Практическое руководство по текущему ремонту асфальтобетонных покрытий городской дорожной сети. - М.: Изд-во Прима-Пресс. - М., 2001. - 109 с.

45. Карабан ГЛ., Борисюк Н.В. Современная технология содержания городских дорог. - М.: МАДИ, 1988.-42 с.

46. Каримов Б.Б., Мурадов Х.Я. Комплексная оценка и управление эксплуатационным состоянием автомобильных дорог в горных условиях: Сб. науч. тр. / МАДИ. - М., 1995. - С. 35-42.

47. Каталог дефектов содержания конструктивных элементов автомобильных дорог. - М.: ФДС России, 1998.

48. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования / Гос. службадор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М., 2001. - 21 с.

49. Козик СМ. Расчет движения снежных лавин. - М.: Транспорт, 1978.

50. Козлов Л.Н, Альте-Тейгелер Р., Виноградов А.П. Современные методы ремонта и профилактической защиты искусственных покрытий и автомобильных дорог. - М., 1995. - 21 с.

51. Костова Н.З., Юмашев В.М. Разметка автомобильных дорог. - М., 2000. - 60 с. - (Автомоб. дороги: Обзорн. информ. / Информавтодор; Вып. 5).

52. Лещицкая Т.П., Попов В. А. Современные методы ремонта аэродромных покрытий. - М.: МАДИ, 1999.- 129 с.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

53. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств. - М.: Машиностроение, 1989. - 240 с.

54. Лупанов А.П., Силкин В.В., Пашкин В.К. Регенерация старого асфальтобетона на АБЗ. - М.: Иркутск, 1988.-34 с.

55. Львович Ю.М., Мотылев Ю.Л. Укрепление откосов земляного полотна автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1979.

56. Методические рекомендации по использованию стационарных постов контроля температуры грунта земляного полотна при проведении мероприятий по ограничению движения автомобилей / Гипродорнии. - М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1988. - 12 с.

57. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий / Рос. дор. агентство (Росавтодор). - М.: Информавтодор, 2000. - 79 с.

58. Методические рекомендации по озеленению автомобильных дорог: ОДМ 218.011-98 / Федер. дор. служба России. - М.: Информавтодор, 1998. - 52 с.

59. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. 2-ая ред. - М.: Экономика, 2000.

60. Методические рекомендации по применению технологии армирования асфальтобетонных покрытий рулонными базальтоволокнистыми материалами при строительстве и ремонте автомобильных дорог / Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М., 2001. - 25 с.

61. Методические рекомендации по устройству защитного слоя износа из литых эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри-сил»: ОДМ / Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М.: Информавтодор, 2001. - 32 с.

62. Методические указания по инженерно-геологическим изысканиям автомобильных дорог и сооружений на них / Союздорпроект. - М., 1992. - 67 с.

63. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобилей. - М.: Транспорт, 1985. - 231 с.

64. Нормативы потребности в дорожной технике для содержания автомобильных дорог: ОДН 218.014-99 / ФДС России. - М., 1999. - 31 с.

65. Максимальные массы и габариты транспортных средств, эксплуатируемых на автомобильных дорогах общего пользования / ФДС России. - М., 1999. 12 с.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

66. Пат. 2101414 РФ, МКИ 6 Е 01С 7135. 7/10, 11/24. Способ обработки цементобетонного покрытия /В.В. Ушаков, Л.И. Елисеева, А.В. Вишневский. - Заявл. 11.01.1998.

67. Пособие по приготовлению и применению битумных дорожных эмульсий (к СНиП 3.06.03-85) / Союздорнии. - М., 1989. - 55 с.

68. Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов (к СНиП 3.06.06-88, СНиП 3.06.03-85) / Союздорнии. - М., 1991. - 162 с.

69. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог: ОДН 218.0.006-2002 / Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М.: Информавтодор, 2002. - 138 с.

70. Правила учёта и анализа дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации / ФДС России. - М.: Информавтодор, 1998. - 44 с.

71. Проектирование автомобильных дорог: Справочник инж.-дор. / Под ред. Г.А. Федотова. - М.: Транспорт, 1989. - 437 с.

72. Проектирование нежёстких дорожных одежд: МОДН 2-2001 / МСД. - . М., 2002. - 151 с.

73. Региональные и отраслевые нормы межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд и покрытий: ВСН 41-88 / Минавтодор РСФСР. - М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1988. - 8 с.

74. Рекомендации по определению величины ущерба при пропуске по автомобильным дорогам общего пользования транспортных средств со сверхдопустимой нагрузкой на ось в период сезонного ограничения движения / НПО Росдорнии. - М., 1992. - 13 с.

75. Рекомендации по оценке эффективности дорожно-ремонтных работ / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1991. - 24 с.

76. Рекомендации по применению влажных органоминеральных смесей для устройства конструктивных слоев дорожных одежд / Минавтодор РСФСР, Гипродорнии. - М., 1986. - 45 с.

77. Рекомендации по совершенствованию методов борьбы с пучинами при ремонте автомобильных дорог / Рос. гос. концерн «Росавтодор», НПО Росдорнии. - М., 1991. - 87 с.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

78. Рекомендации по строительству макрошероховатых дорожных покрытий из открытых битумоминеральных смесей / Рос. гос. концерн «Росавтодор». - М., 1992. - 33 с.

79. Реконструкция автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, АЛ. Тулаев, В.К. Некрасов и др.; Под ред. В.Ф. Бабкова. - М.: Транспорт, 1987. - 264 с.

80. Руденский А.В. Дорожные асфальтобетонные покрытия. - М.: Транспорт, 1992. - 254 с.

81. Руководство по обеспечению равнопрочности дорожной конструкции при уширении автомобильных дорог: Рукопись / Росдорнии. - М., 1996.

82. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1982. - 87 с.

83. Руководство по применению антигололедного наполнителя «Грикол» в асфальтобетонных смесях для устройства верхнего слоя дорожных покрытий / ФДС России. - М., 1995.

84. Руководство по ремонту (восстановлению), содержанию и контролю качества водоотвода на автомобильных дорогах: Рукопись / Росдорнии. - М., 1995.

85. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. -М.: Транспорт, 1977. - 303 с.

86. Синтетические текстильные материалы в транспортном строительстве / Под ред. проф. В.Д. Казарновского. - М.: Транспорт, 1984.

87. Слободчиков Ю.В. Обоснование оценочных показателей выбора ремонтной стратегии автомобильных дорог с дорожными одеждами нежесткого типа в изменяющихся условиях эксплуатации. - М.: Информавтодор, 1994. - 189 с.

88. ТУ 218 РСФСР 601-88. Смеси битумоминеральные открытые для устройства макрошероховатых слоев дорожных покрытий. Технические условия. - Введ. 01.05.89. - М., 1989. - 27 с.

89. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. Нормы проектирования / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 56 с.

90. Соглашение о массах и габаритах транспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по автомобильным дорогам государств-участников Содружества Независимых Государств / Совет глав правительств Содружества. - Минск, 1999.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

91. Солодкий А.И., Карпов Б.Н. Календарное планирование строительства и ремонта дорог. - М.: Транспорт, 1988.

92. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инж.-дор. / Под ред. А.П. Васильева. - М.: Транспорт, 1989.

93. СТП 007-97 Метод испытания асфальтобетона на устойчивость к колееобразованию / Трансстрой. -М., 1998.

94. Телегин М.Я, Корсунский М.Б., Зельманович М.С. Работоспособность и межремонтные сроки службы нежёстких дорожных одежд. - М.: Автотрансиздат, 1956. - 167 с.

95. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог: ВСН 24-88 / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1989. - 198 с.

96. Технические указания по оценке и повышению технико-эксплуатационных качеств дорожных одежд и земляного полотна автомобильных дорог: ВСН 29-76 / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1977. - 104 с.

97. Укрепление обочин автомобильных дорог (взамен ВСН 39-79): ОДН 218.3.039-2003 / Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М.: Информавтодор, 2003. - 44 с.

98. Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. - М.: Транспорт, 1990. - 45 с.

99. Типовая инструкция по техническому учёту и паспортизации автомобильных дорог общего пользования: ВСН 1-83 / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1983. - 48 с.

100. Типовые решения по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог / Рос. дор. агентство (Росавтодор). - М., 2000.

101. ТУ 5718-001-00011168-00. Смеси асфальтобетонные щебнемастичные и асфальтобетон (ЩМА). Технические условия. - М., 2000. - 14 с.

102. ТУ 5718-001-53737504-00. Смеси эмульсионно-минеральные для устройства слоев износа. - Введ. 01.01.2001.-М., 2000.-27 с.

103. ТУ 218 РСФСР 601-83. Смеси битумоминеральные открытые для устройства макрошероховатых слоев дорожных покрытий. Технические условия. - Введ. 01.05.89. - М., 1989. - 27 с.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

104. ТУ 400-24-158-89. Смеси асфальтобетонные литые и литой асфальтобетон. Технические условия. -М., 1995.

105. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах: ОДМД / Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М.: Информавтодор, 2002. - 220 с.

106. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог: ВСН 21-83 / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1985. -125 с.

107. Оценка прочности нежёстких дорожных одежд (взамен ВСН 52-89): ОДН 218.1.052-2002 / Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М.: Информавтодор, 2003. - 65 с.

108. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог: ОДМД. - Взамен ВСН 49-86 / Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. - М., 2003. - 152 с.

109. Указания по применению дорожных знаков: Взамен СН 28-76 / МВД СССР, Минавтодор РСФСР. -М.: Транспорт, 1984. - 112 с.

110. Указания по производству изысканий и проектированию лесонасаждений вдоль автомобильных дорог: ВСН 33-87 / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1988. - 95 с.

111. Указания по реконструкции автомобильных дорог в горных условиях Таджикистана. - Душанбе, 1994. - 54 с.

112. Указания по строительству, ремонту и содержанию гравийных покрытий. - М.: Транспорт, 1990. - 33 с.

113. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / Под. ред. И.И. Леоновича. - Минск: Выш. шк., 1988. - 348 с.

114. Эксплуатация городских улиц и дорог / Под ред. А.Я. Тулаева. - М.: Стройиздат, 1972. - 288 с.

115. Эксплуатация специальных автомобилей для содержания и ремонта городских дорог / В.И. Баловнев, Г.Л. Карабан, И.А. Засов и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1992. - 263 с.

116. Юмашев В.М., Басурманова И.В. Повышение трещиностойкости асфальтобетонных покрытий на жестких основаниях (Зарубежный опыт). - М., 1998. - 68 с. - (Автомоб. дороги: Обзорн. информ. / Информавтодор; Вып. 1).

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru

117. Яромко В.Н. Новая технология ремонта цементобетонных покрытий. - Минск, 1999. - 76 с.

Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, аудит и сертификация, согласования и разрешения – uslugi.complexdoc.ru

Размещение рекламы в документах: reklama.complexdoc.ru