

R E P U B L I C A M O L D O V A



N O R M A T I V Î N C O N S T R U C Ț I I

E.03.04

FIABILITATE, SIGURANȚA ȘI PROTECȚIA CLĂDIRILOR ȘI CONSTRUCȚIILOR

NCM E.03.04:2026

Siguranța la incendii

Determinarea categoriilor de pericol de explozie – incendiu și de incendiu a încăperilor și clădirilor.

EDIȚIE OFICIALĂ

MINISTERUL INFRASTRUCTURII ȘI DEZVOLTĂRII REGIONALE

CHIȘINĂU 2026

NORMATIV ÎN CONSTRUCȚII

NCM E.03.04:2026

Determinarea categoriilor de pericol de explozie – incendiu și de incendiu a încăperilor și clădirilor

Cuvinte cheie: cerințe, protecție, incendiu, categoria de pericol de incendiu, categoria de pericol de explozie- incendiu

Preambul

- 1 ELABORAT de către Ministerul Infrastructurii și Dezvoltării Regionale: executant I.P. OATUCL, grup de creație.
- 2 ACCEPTAT de către Comitetul Tehnic pentru Normare Tehnică în Construcții CT-C E.(01-03) "Fiabilitatea, siguranța și protecția clădirilor și construcțiilor, proces-verbal nr. 3 din 03.03.2026.
- 3 APROBAT ȘI PUS ÎN APLICARE prin ordinul Ministerului Infrastructurii și Dezvoltării Regionale nr. 59 din 26.03.2026 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2026, nr. 145, art. 244), cu aplicare din 31.03.2026.
- 4 Odată cu intrarea în vigoare a prezentului normativ în construcții se abrogă normativul în construcții NCM E.03.04-2004

Cuprins

1	Domeniu de aplicare.....	1
2	Referințe normative.....	1
3	Termeni și definiții.....	2
4	Dispoziții generale.....	3
5	Categoriile încăperilor în funcție de pericolul de explozie-incendiu și de incendiu.....	4
6	Categoriile de pericol de explozie-incendiu și de incendiu a clădirilor.....	5
7	Categoriile instalațiilor exterioare de pericol de incendiu.....	6
8	Evaluarea riscului de incendiu.....	7
	Anexa A (normativă) Metode de determinare a categoriilor de încăperi A și B.....	8
	Anexa B (normativă) Metode de determinare a categoriilor de încăperi C1—C4.....	16
	Anexa C (normativă) Metode de calcul ale criteriilor de pericol de incendiu pentru instalațiile exterioare	18
	Anexa D (normativă) Metodologia de calcul a probabilității condiționate de afectare a unei persoane.....	33
	Anexa E (informativă) Determinarea estimativă a coeficientului Z de participare la ardere a gazelor combustibile și vaporilor de lichide inflamabile neîncălzite.....	35
	Bibliografie.....	38
	Traducerea autentică a documentului normativ în limba rusă.....	39

N O R M A T I V Î N C O N S T R U C Ţ I I

Determinarea categoriilor de pericol de explozie – incendiu și de incendiu a încăperilor și clădirilor

Determination of categories of rooms, buildings and external installations on explosion and fire hazard.

Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

Data punerii în aplicare: 2026-03-31

1 Domeniu de aplicare

1.1 Prezentul act normativ în domeniul apărării împotriva incendiilor stabilește metodele de determinare a criteriilor de clasificare privind atribuirea clădirilor (sau părților clădirilor între pereți antifoc – compartimentelor de incendiu) și încăperilor (denumite în continuare clădiri și încăperi), precum și a instalațiilor exterioare, cu destinația de producere și depozitare, conform clasei pericolului de incendiu funcțional F5, la categoriile de pericol de explozie-incendiu și de incendiu.

1.2 Clasificarea clădirilor și a încăperilor în funcție de pericolul de explozie-incendiu și de incendiu este utilizată pentru stabilirea cerințelor de protecție împotriva incendiilor, având scopul de a preveni izbucnirea incendiilor și de a asigura protecția persoanelor și a bunurilor în caz de incendiu.

Clasificarea instalațiilor exterioare în funcție de pericolul de explozie-incendiu și de incendiu este utilizată pentru stabilirea cerințelor specifice de protecție împotriva incendiilor, aplicabile în scopul prevenirii incendiilor și protejării persoanelor și bunurilor în cazul producerii unui incendiu la aceste instalații.

1.3 Prezentul document normativ nu se aplică în privința:

- încăperilor, clădirilor și instalațiilor exterioare destinate producerii și depozitării substanțelor explozibile (în continuare – SEx);
- mijloacelor de inițiere a SEx;
- clădirilor și instalațiilor exterioare proiectate în conformitate cu acte normative speciale, aprobate în modul stabilit.

1.4 Prezentul document normativ poate fi utilizat la elaborarea condițiilor tehnice speciale pentru proiectarea clădirilor, construcțiilor, instalațiilor și instalațiilor exterioare.

2 Referințe normative

În prezentul normativ în construcții se fac trimiteri la următoarele normative în construcții:

NCM E.03.01	Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor. Terminologie
NCM E.03.02	Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor
SM ISO 3864-1	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 1: Principii de proiectare pentru semne de securitate și marcaje de securitate.
SM ISO 3864-2	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 2: Principii de proiectare pentru etichetarea de securitate a produselor.
SM ISO 3864-3	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 3: Principii de proiectare simboluri grafice utilizate în semnele de securitate.

SM ISO 3864-4	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 4: Proprietățile colorimetrice și fotometrice ale materialelor pentru semne de siguranță.
SM EN ISO 7010	Simboluri grafice. Culori de securitate și semne de securitate. Semne de securitate înregistrate.
SM EN ISO 13943	Securitate la incendiu. Vocabular

NOTĂ – La utilizarea prezentului normativ, este recomandabil să se verifice valabilitatea standardelor de referință în sistemul public de informare – pe site-ul oficial. Dacă un standard de referință a fost înlocuit (modificat), atunci, la aplicarea prezentului normativ, trebuie să se țină cont de standardul nou (modificat). Dacă un document de referință a fost anulat fără a fi înlocuit, prevederea care face trimitere la acesta se aplică doar în măsura în care utilizarea sa nu este afectată de anularea respectivului document.

3 Termeni și definiții

În prezentul normativ în construcții sunt utilizate următoarele noțiuni:

3.1

amestec exploziv

amestec al aerului sau al oxidantului cu gaze combustibile, vapori de lichide ușor inflamabile, prafuri sau fibre combustibile, care la o anumită concentrație și apariția unei surse de inițiere a exploziei, poate exploda.

3.2

arbore logic al evenimentelor

reprezentare grafică a modului general de evoluție a posibilelor situații de urgență și avarii, care reflectă relațiile cauză-efect dintre evenimente, în funcție de specificul pericolelor asociate obiectivului, evaluarea riscurilor și influența măsurilor de protecție existente asupra acestora.

3.3

avarie de proiect

avarie pentru prevenirea căreia, în proiectul obiectivului de producție, sunt prevăzute sisteme de siguranță menite să asigure un nivel prestabilit de securitate.

3.4

categorie de pericol de incendiu-explozie și de incendiu a clădirilor instalațiilor, încăperilor, compartimentelor de incendiu

ansamblul operațiilor unui proces tehnologic sau al unor activități, având în vedere caracteristicile de comportare la foc ale materialelor și ale substanțelor utilizate, prelucrate, manipulate sau depozitate (inclusiv utilajele, rafturile, ambalajele existente în spațiile analizate). Zonele, încăperile, compartimentele de incendiu, clădirile și instalațiile în aer liber.).

3.5

dimensiunea zonei

dimensiunile unei părți a spațiului limitată în vreun fel.

3.6

explozie norului de vapori- gaze

procesul de ardere a amestecului combustibil de vapori-gaze într-un spațiu deschis cu formarea undelor de presiune.

3.7

explozia unui amestec de vapori-aer într-un volum limitat (rezervor sau încăpere de producție)

procesul de ardere a unui amestec combustibil de vapori și aer format într-un volum închis, cu creșterea presiunii în interiorul acestuia.

3.8

explozia unui rezervor cu un lichid supraîncălzit la expunerea acțiunii focarului de incendiu

procesul de distrugere a rezervorului la expunerea acțiunii focarului de incendiu asupra lichidului din rezervor la o temperatură care depășește temperatura normală de fierbere, cu ulterioara fierbere explozivă a lichidului. Procesul este însoțit de formarea undelor de presiune și, dacă lichidul este inflamabil, a fenomenului „glob de foc”.

3.9

frecvența realizării scenariului de avarie

frecvența apariției și dezvoltării unui posibil scenariu de avarie într-o anumită perioadă de timp.

3.10

glob de foc

ardere difuzivă de mari dimensiuni, care are loc în urma ruperii unui rezervor ce conține lichid inflamabil sau gaz sub presiune, urmată de aprinderea conținutului acestuia.

3.11

incendiu în încăpere

procesul de ardere prin difuzie a substanțelor combustibile solide, lichide sau gazoase aflate într-o încăpere, care determină încălzirea elementelor de construcție și a echipamentelor tehnologice, cu posibilitatea pierderii capacității lor portante.

3.12

situație de avarie

situație caracterizată prin existența unei probabilități de apariție a unei avarii, cu posibilitatea dezvoltării ulterioare a acesteia.

3.13

sarcină termică

cantitatea de căldură care poate fi degajată într-o încăpere în cazul producerii unui incendiu.

3.14

scenariu de avarie

model al unei succesiuni de evenimente cu o anumită zonă de acțiune a factorilor periculoși ai incendiului asupra oamenilor, clădirilor, instalațiilor și echipamentelor tehnologice.

3.15

sarcină termică raportată

cantitatea de căldură care poate fi degajată într-o încăpere în cazul unui incendiu, raportată la suprafața de amplasare a substanțelor și materialelor combustibile sau greu combustibile existente în acea încăpere.

3.16

timp de oprire (timp de declanșare)

intervalul de timp de la momentul posibilei scurgeri a substanței combustibile din conductă (perforare, rupere, modificarea presiunii nominale, etc.) până la încetarea completă a scurgerii de gaz sau lichid în încăpere.

3.17

pericol

proces, fenomen sau activitate umană care poate provoca pierderi de vieți omenești, vătămări corporale sau alte efecte asupra sănătății, pagube materiale, perturbări sociale și economice ori afectarea mediului înconjurător.

4 Dispoziții generale

4.1 În funcție de pericolul de explozie-incendiu și de incendiu, încăperile se clasifică în categoriile A, B, C1–C4, D și E, iar clădirile – în categoriile A, B, C, D și E.

În funcție de pericolul de incendiu, instalațiile exterioare se clasifică în categoriile AEx, BEx, CEx, DEx și EEx.

4.2 Categoriile de pericol de explozie-incendiu și de incendiu ale încăperilor și clădirilor se stabilesc în funcție de tipul substanțelor și materialelor combustibile aflate în încăperi, de cantitatea acestora, de proprietățile lor privind pericolul de incendiu, precum și pe baza soluțiilor de organizare spațială a încăperilor și a caracteristicilor proceselor tehnologice desfășurate în acestea.

Categoriile instalațiilor exterioare se determină în funcție de proprietățile de pericol de incendiu ale substanțelor și materialelor din instalații, de cantitatea acestora și de particularitățile proceselor tehnologice.

4.3 Determinarea proprietăților de pericol de incendiu ale substanțelor și materialelor se realizează pe baza rezultatelor încercărilor sau calculelor conform metodologiilor standardizate, ținând cont de parametrii stării acestora (presiune, temperatură etc.).

Se admite utilizarea datelor oficial publicate privind proprietățile de pericol de incendiu ale substanțelor și materialelor.

Se admite, de asemenea, utilizarea indicatorilor de pericol de incendiu pentru amestecurile de substanțe și materiale, în funcție de componentul cu cel mai ridicat grad de pericol.

5 Categoriile încăperilor în funcție de pericolul de explozie-incendiu și de incendiu

5.1 Categoriile de pericol de explozie-incendiu și de incendiu a încăperilor se stabilesc în conformitate cu tabelul 1.

Tabelul 1 - Categoriile încăperilor în funcție de pericolul de explozie-incendiu și de incendiu

Categoria încăperii	Caracteristicile substanțelor și materialelor prezente (sau manipulate) în încăpere
A pericol de explozie și incendiu înalt	Gaze combustibile, lichide ușor inflamabile cu punct de inflamabilitate de cel mult 28 °C — în cantități care pot forma amestecuri vapori-gaze-aer explozive, a căror aprindere generează o presiune excedentară calculată a exploziei în încăpere mai mare de 5 kPa, și (sau) substanțe și materiale capabile să explodeze și să ardă în contact cu apa, oxigenul din aer sau între ele, în cantități care determină o presiune excedentară calculată a exploziei în încăpere mai mare de 5 kPa.
Precizări privind categoria A și B:	
Nu se atribuie categoriilor de pericol de explozie-incendiu A și B, încăperile în care: - se utilizează substanțe solide, lichide și gazoase, în calitate de combustibil pentru ardere; - pot avea loc scurgeri și emisii de gaze, pori, praf, într-o cantitate care nu poate forma un amestec exploziv cu aerul. În asemenea situații, atribuirea încăperilor, exceptate atribuirii la categoriile de pericol de explozie-incendiu A și B, se realizează în categoriile de pericol de incendiu C, D sau E, în funcție de sarcina termică raportată”	
B pericol de explozie- incendiu	Pulberi sau fibre combustibile, lichide ușor inflamabile cu punct de inflamabilitate mai mare de 28 °C, lichide combustibile — în cantități care pot forma amestecuri explozive praf-aer sau vapori-aer, a căror aprindere generează o presiune excedentară calculată a exploziei în încăpere mai mare de 5 kPa.
C1-C4 pericol de incendiu	Lichide combustibile și greu combustibile, substanțe și materiale solide combustibile și greu combustibile (inclusiv pulberi și fibre), precum și substanțe și materiale care, în contact cu apa, oxigenul din aer sau între ele, sunt capabile doar să ardă — cu condiția ca încăperile în care acestea se află (sunt utilizate) să nu fie încadrate în categoria A sau B.
D pericol de incendiu moderat	Substanțe și materiale incombustibile în stare fierbinte, incandescentă sau topită , al căror proces de prelucrare este însoțit de degajarea de căldură radiantă, scântei și flacăra, și (sau) gaze combustibile, lichide și substanțe solide care sunt arse sau utilizate ca combustibil.
E pericol de incendiu redus	Materiale și substanțe incombustibile în stare rece sau materiale combustibile cu un grad ridicat de umiditate (peste 80%), în cazul în care este exclusă posibilitatea aprinderii acestora.
Precizări privind categoria E:	
În această categorie se încadrează, de asemenea: • lichide combustibile cu punct de inflamabilitate al vaporilor mai mare de 100 °C, utilizate în sisteme de hidraulică, răcire, ungere, filtrare și tratament termic, în volum care nu depășește 2 m ³ , cu condiția adoptării de măsuri pentru prevenirea extinderii vărsării pe o suprafață mai mare de 10 m ² ; • echipamente electrice care conțin până la 60 kg de ulei per unitate, precum și trasee de cablu cu izolație și înveliș care conțin materiale combustibile în cantitate de până la 3,5 kg pe metru liniar; • substanțe și materiale incombustibile ambalate în ambalaj combustibil, amplasate pe rafturi sau paleți, cu o densitate a sarcinii termice de până la 50 MJ/m ² .	
NOTA 1 - Metodele de determinare a categoriilor de pericol de explozie-incendiu A și B se stabilesc în conformitate cu anexa A. 2. 3. Atribuirea unei încăperi la categoriile de pericol de incendiu C1, C2, C3 sau C4 se efectuează în funcție de cantitatea și modul de amplasare a sarcinii termice, precum și de proprietățile materialelor și substanțelor. Divizarea încăperilor în categoriile C1-C4 se reglementează conform prevederilor anexei B.	

5.2 Determinarea categoriilor de pericol a încăperilor se realizează printr-un control consecutiv al apartenenței la categoriile de pericol prezentate în tabelul 1, de la categoria superioară (A) spre cea inferioară (E).

6 Categoriile de pericol de explozie-incendiu și de incendiu a clădirilor

6.1 Categoriile de pericolul de explozie-incendiu și de incendiu a clădirilor se determină în dependență de partea și suprafața totală a încăperilor de o anumită categorie de pericol de explozie-incendiu și de incendiu din acestea.

6.2 O clădire se încadrează în categoria A dacă suprafața totală a încăperilor din categoria A depășește 5 % din suprafața tuturor încăperilor sau 200 m².

6.3 O clădire nu se încadrează în categoria A dacă suprafața totală a încăperilor din categoria A nu depășește 25 % din suprafața totală a tuturor încăperilor amplasate în clădire (dar nu mai mult de 1000 m²), iar aceste încăperi sunt dotate cu **instalații automate de stingere a incendiilor**.

6.4 O clădire se încadrează în categoria B dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții:

- clădirea nu se încadrează în categoria A,
- iar suprafața totală a încăperilor din categoriile A și B depășește 5 % din suprafața totală a tuturor încăperilor sau 200 m².

6.5 Clădirea nu se încadrează în categoria B dacă suprafața totală a încăperilor din categoriile A și B din clădire nu depășește 25 % din suprafața totală a tuturor încăperilor amplasate în aceasta (dar nu mai mult de 1000 m²), iar aceste încăperi sunt dotate cu **instalații automate de stingere a incendiilor**.

6.6 Clădirea se încadrează în categoria C dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții:

- clădirea nu se încadrează în categoria A sau B,
- iar suprafața totală a încăperilor din categoriile A, B, C1, C2 și C3 depășește 5 % (sau 10 % în cazul în care clădirea nu conține încăperi din categoriile A și B) din suprafața totală a tuturor încăperilor.

6.7 Clădirea nu se încadrează în categoria C dacă suprafața totală a încăperilor din categoriile A, B, C1, C2 și C3 din clădire nu depășește 25 % din suprafața totală a tuturor încăperilor amplasate în aceasta (dar nu mai mult de 3500 m²), iar aceste încăperi sunt dotate cu **instalații automate de stingere a incendiilor**.

6.8 Clădirea se încadrează în categoria D dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții:

- clădirea nu se încadrează în categoriile A, B sau C,
- iar suprafața totală a încăperilor din categoriile A, B, C1, C2, C3 și D depășește 5 % din suprafața totală a tuturor încăperilor.

6.9 Clădirea nu se încadrează în categoria D dacă suprafața totală a încăperilor din categoriile A, B, C1, C2, C3 și D din clădire nu depășește 25 % din suprafața totală a tuturor încăperilor amplasate în aceasta (dar nu mai mult de 5000 m²), iar încăperile din categoriile A, B, C1, C2 și C3 sunt dotate cu **instalații automate de stingere a incendiilor**.

6.10 Clădirea se încadrează în categoria E, dacă nu se încadrează în categoriile A, B, C sau D.

(Spațiu liber lăsat intenționat)

7 Categoriile instalațiilor exterioare de pericol de incendiu

7.1 Categoriile de pericol de explozie-incendiu și de incendiu a instalațiilor exterioare se stabilesc în conformitate cu tabelul 2.

Tabelul 2 – Categoriile instalațiilor exterioare în funcție de pericolul de explozie și de incendiu

Categoria instalației exterioare	Criterii pentru clasificarea unei instalații exterioare într-o anumită categorie de pericol de incendiu
AEx pericol de explozie și incendiu înalt	Instalația se încadrează în categoria AEx dacă în cadrul acesteia sunt prezente (sunt stocate, prelucrate, transportate): <ul style="list-style-type: none"> • gaze combustibile; • lichide ușor inflamabile cu punct de inflamabilitate de cel mult 28 °C; • substanțe și (sau) materiale capabile să ardă în contact cu apa, oxigenul din aer și (sau) între ele, — cu condiția ca valoarea riscului de incendiu, în cazul arderii posibile a acestor substanțe cu formarea undelor de presiune, să depășească o parte la un milion pe an la o distanță de 30 m față de instalația exterioară.
BEx pericol de explozie- incendiu	Instalația se încadrează în categoria BEx dacă în cadrul acesteia sunt prezente (sunt stocate, prelucrate, transportate): <ul style="list-style-type: none"> • pulberi și (sau) fibre combustibile; • lichide ușor inflamabile cu punct de inflamabilitate mai mare de 28 °C; • lichide combustibile, — cu condiția ca valoarea riscului de incendiu, în cazul arderii posibile a amestecurilor praf-aer și (sau) vapori-aer cu formarea undelor de presiune, să depășească o parte la un milion pe an la o distanță de 30 m față de instalația exterioară.
CEx pericol de incendiu	Instalația se încadrează în categoria CEx dacă în cadrul acesteia sunt prezente (sunt stocate, prelucrate, transportate): <ul style="list-style-type: none"> • lichide combustibile și (sau) greu combustibile; • substanțe și (sau) materiale solide combustibile și (sau) greu combustibile (inclusiv pulberi și (sau) fibre); • substanțe și (sau) materiale capabile să ardă în contact cu apa, oxigenul din aer și (sau) între ele, și în același timp nu sunt îndeplinite criteriile pentru încadrarea instalației în categoria AEx sau BEx, <ul style="list-style-type: none"> — cu condiția ca valoarea riscului de incendiu, în cazul arderii posibile a acestor substanțe și (sau) materiale, să depășească o parte la un milion pe an la o distanță de 30 m față de instalația exterioară.
DEx pericol de incendiu moderat	Instalația se încadrează în categoria DEx dacă în cadrul acesteia sunt prezente (sunt stocate, prelucrate, transportate): <ul style="list-style-type: none"> • substanțe și (sau) materiale incombustibile în stare fierbinte, incandescentă și (sau) topită, al căror proces de prelucrare este însoțit de degajare de căldură radiantă, scânteii și (sau) flacăra; • gaze, lichide și (sau) substanțe solide combustibile care sunt arse sau utilizate drept combustibil.
EEx pericol de incendiu redus	Instalația se încadrează în categoria EEx dacă în cadrul acesteia sunt prezente (sunt stocate, prelucrate, transportate) în principal substanțe și (sau) materiale incombustibile în stare rece, iar conform criteriilor menționate anterior, instalația nu poate fi încadrată în categoriile AEx, BEx, CEx sau DEx.

7.2 Determinarea categoriilor de pericol a instalațiilor exterioare se realizează printr-un control consecutiv al apartenenței la categoriile de pericol prezentate în tabelul 2, de la categoria superioară (AEx) spre cea inferioară (EEx).

7.3 În cazul în care, din lipsa datelor, nu este posibilă evaluarea valorii riscului de incendiu, se permite utilizarea următoarelor criterii în locul acesteia.

Pentru categoriile AEx și BEx:

- dimensiunea orizontală a zonei în care concentrația gazelor sau vaporilor combustibili în aer depășește limita inferioară de explozivitate (LIE) este mai mare de 30 m (acest criteriu se aplică doar pentru gaze și vapori combustibili);
- și (sau) presiunea excedentară calculată în urma arderii amestecului gaz-aer, vapori-aer sau praf-aer la o distanță de 30 m de la instalația exterioară depășește 5 kPa.

Pentru categoria CEx:

- intensitatea radiației termice de la sursa incendiului generat de substanțele și (sau) materialele specificate pentru categoria CEx depășește 4 kW/m² la o distanță de 30 m de instalația exterioară.

Dimensiunile orizontale ale zonelor în care concentrația substanțelor combustibile depășește LIE se determină în conformitate cu Anexa C.

Intensitatea radiației termice de la sursa incendiului se determină, de asemenea, conform Anexei C.

8 Evaluarea riscului de incendiu

8.1 Riscul de incendiu $P(a)$ (an⁻¹) într-un anumit punct al teritoriului (a), situat la o distanță de 30 m față de instalația exterioară, se determină conform următoarei formule:

$$P(a) = \sum_{j=1}^J Q_{dj}(a) Q_j, \quad (1),$$

unde,

J - numărul scenariilor posibile de evoluție a accidentelor la instalația exterioară;

$Q_{dj}(a)$ - probabilitatea condiționată de afectare a unei persoane într-un anumit punct al teritoriului (a), ca urmare a realizării scenariului J de evoluție a accidentului, corespunzător unui anumit eveniment inițiator;

Q_j - frecvența de realizare pe parcursul unui an a scenariului J de evoluție a accidentului, an⁻¹.

8.2 Scenariile de evoluție ale situațiilor de urgență cu pericol de incendiu și ale accidentelor se analizează pe baza construirii arborelui logic al evenimentelor.

Numărul scenariilor posibile de evoluție a accidentelor se stabilește în urma analizei situațiilor potențiale de avarie și a accidentelor care pot apărea la instalația exterioară.

8.3 Probabilitățile condiționate de afectare a unei persoane $Q_{dj}(a)$ se determină pe baza valorilor funcțiilor probit și conform relațiilor specificate în Anexa E.

Probabilitatea condiționată $Q_{dj}(a)$ a afectării unei persoane ca urmare a acțiunii simultane, dar independente, a mai multor factori periculoși în urma realizării scenariului J de evoluție a accidentului se calculează conform relației:

$$Q_{dj}(a) = 1 - \prod_{k=1}^h (1 - Q_k Q_{djk}(a)), \quad (2)$$

unde,

h - numărul factorilor periculoși ai incendiului analizați;

Q_k - probabilitatea de manifestare a celui de-al k -lea factor periculos al incendiului

$Q_{djk}(a)$ - probabilitatea condiționată de afectare de către al k -lea factor periculos al incendiului.

8.4 Frecvențele de realizare ale scenariilor de evoluție a accidentelor se stabilesc pe baza datelor statistice și (sau) în conformitate cu metodologiile prevăzute în documentele normative.

Este permisă utilizarea datelor de calcul privind fiabilitatea echipamentelor tehnologice, cu luarea în considerare a particularităților instalației exterioare analizate.

Anexa A
(normativă)

Metode de determinare a categoriilor de încăperi A și B

A.1 Alegerea și justificarea variantei de calcul

A.1.1 La calculul criteriilor de pericol de explozie și incendiu, ca variantă de calcul trebuie aleasă cea mai defavorabilă situație de avarie sau perioadă de funcționare normală a echipamentelor, în care în formarea amestecurilor gazoase, vapori-aer sau praf-aer combustibile participă cea mai mare cantitate de gaze, vapori sau praf – cele mai periculoase prin consecințele arderii lor.

În cazul în care utilizarea metodelor de calcul nu este posibilă, se permite determinarea valorilor criteriilor de pericol de explozie și incendiu pe baza rezultatelor unor cercetări științifice corespunzătoare, aprobate conform procedurii stabilite pentru derogările de la cerințele documentelor normative în domeniul securității la incendiu.

A.1.2 Cantitatea substanțelor care pătrund în încăperea și care pot forma amestecuri combustibile gaz-aer, vapori-aer sau praf-aer se determină pe baza următoarelor ipoteze:

- a) are loc avaria de calcul a unuia dintre aparate, conform punctului A.1.1;
- b) întregul conținut al aparatului este evacuat în încăperea;
- c) simultan are loc scurgerea substanțelor din conductele care alimentează aparatul – atât pe sensul direct, cât și pe cel de retur – pe durata necesară pentru întreruperea acestora.

Timpul de oprire de calcul al conductelor se stabilește pentru fiecare caz în parte, ținând cont de situația reală, și trebuie să fie minim, luându-se în considerare:

- datele din fișa tehnică a dispozitivelor de închidere,
- natura procesului tehnologic,
- și tipul avariei de calcul.

Timpul de deconectare de calcul al conductelor trebuie considerat egal cu:

- a) timpul de acționare a sistemului automat de oprire a conductelor, conform datelor din fișa tehnică a instalației - cu condiția ca probabilitatea de defectare a sistemului automat să nu depășească 0,000001 pe an sau dacă este asigurată redundanța elementelor acestuia;
- b) 120 secunde - dacă probabilitatea de defectare a sistemului automat depășește 0,000001 pe an și nu este asigurată redundanța elementelor;
- c) 300 secunde - în cazul opririi manuale;
- d) are loc evaporarea de pe suprafața lichidului vărsat; suprafața de evaporare în cazul vărsării pe podea se determină (în lipsa datelor de referință) pe baza următorului calcul:

- 1 litru de amestecuri și soluții care conțin cel mult 70% în masă solvenți se consideră a se vărsa pe o suprafață de 0,5 m²,

- iar restul lichidelor – pe o suprafață de 1 m² din podeaua încăperii;

e) are loc, de asemenea, evaporarea lichidului din rezervoare exploatate cu oglinda lichidului deschisă, precum și de pe suprafețe recent vopsite;

f) durata evaporării lichidului se consideră egală cu timpul necesar evaporării complete, dar nu mai mult de 3600 secunde.

A.1.3 Cantitatea de praf care poate forma un amestec praf-aer se determină pe baza următoarelor presupuneri:

- a) avariei de calcul i-a precedat acumularea de praf în încăperea de producție, care are loc în condiții de funcționare normală (de exemplu, ca urmare a emisiilor de praf din echipamente tehnologice neetanșe);
- b) în momentul avariei de calcul a avut loc o deetanșare planificată (lucrări de reparații) sau bruscă a unuia dintre aparatele tehnologice, urmată de un reflux accidental în încăperea al întregii cantități de praf aflate în aparat.

A.1.4 Volumul liber al încăperii se determină ca diferență dintre volumul încăperii și volumul ocupat de echipamentele tehnologice.

Dacă nu este posibilă determinarea exactă a volumului liber, acesta poate fi considerat convențional egal cu 80 % din volumul geometric al încăperii.

A.2 Calculul presiunii excedentare pentru gaze combustibile, vapori ai lichidelor ușor inflamabile și lichide combustibile

A.2.1 Suprapresiunea de explozie ΔP pentru substanțele combustibile individuale, compuse din atomi de C, H, O, N, Cl, Br, I, F, se determină conform următoarei formule:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{CB} \rho_{r,\pi}} \cdot \frac{100}{C_{CT}} \cdot \frac{1}{K_k}, \quad (A.1)$$

unde,

P_{max} - presiunea maximă dezvoltată în urma arderii unui amestec stehiometric gaz-aer sau vaporii aer într-un volum închis, determinată experimental sau conform datelor de referință, în conformitate cu cerințele punctului 4.3.

În lipsa datelor, se admite utilizarea valorii P_{max} egală cu 900 kPa;

P_0 - presiunea inițială, în kPa (se admite a fi considerată egală cu 101 kPa);

m - masa gazului combustibil (GC) sau a vaporilor lichidelor ușor inflamabile (LUI) și lichidelor combustibile (LC), evacuate în încăperea în urma avariei de calcul, calculată:

- pentru GC - cu formula (A.6),
- pentru vapori LUI și LC – conform formulei (A.11), în kg;

Z - coeficientul de participare a gazelor și vaporilor combustibili la ardere, care poate fi calculat în funcție de modul de distribuție a gazelor și vaporilor în volumul încăperii, conform anexei E. Se admite utilizarea valorilor Z din tabelul A.1;

V_{CB} - volumul liber al încăperii, m³;

$\rho_{r,\pi}$ - densitatea gazului sau a vaporilor la temperatura de calcul t_p , kg·m⁻³, calculată cu formula:

$$\rho_{r,\pi} = \frac{M}{V_0(1+0,00367 t_p)}, \quad (A.2)$$

unde,

M - masa molară, m³·kmol⁻¹;

V_0 - volumul molar, egal cu 22,413 m³·kmol⁻¹;

t_p - temperatura de calcul, °C.

În calitate de temperatură de calcul trebuie adoptată temperatura maximă posibilă a aerului în încăperea respectivă, conform zonei climatice corespunzătoare, sau temperatura maximă posibilă a aerului prevăzută de regulamentul tehnologic, ținând cont de posibilitatea creșterii acesteia în caz de avarie. Dacă o astfel de valoare t_p (temperatura de calcul) nu poate fi determinată, se admite ca aceasta să fie considerată egală cu 61 °C;

C_{CT} - concentrația stehiometrică a gazului combustibil (GC) sau a vaporilor de lichide ușor inflamabile (LUI) și lichide combustibile (LC), exprimată în % vol., se calculează cu formula:

$$C_{CT} = \frac{100}{1+4,84\beta}, \quad (A.3)$$

unde,

$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}$ - coeficientul stoichiometric de oxigen în reacția de ardere;

n_C, n_H, n_O, n_X - numărul de atomi C, H, O și de halogeni în molecula de combustibil;

K_k - coeficient care ține cont de neetanșeitarea încăperii și de caracterul neadiabatic al procesului de ardere.

Se admite ca K_k să fie considerat egal cu 3.

Tabelul A.1 – Valoarea coeficientului Z de participare a gazelor și vaporilor combustibili la ardere

Tipul substanței combustibile	Valoarea Z
Hidrogen	1,0
Gaze combustibile (cu excepția hidrogenului)	0,5
Lichide inflamabile și combustibile încălzite până la temperatura de autoaprindere sau mai mare	0,3
Lichide inflamabile și combustibile încălzite sub temperatura de autoaprindere, cu posibilitate de formare a aerosolilor	0,3
Lichide inflamabile și combustibile încălzite sub temperatura de autoaprindere, fără posibilitate de formare a aerosolilor	0

A.2.2 Calculul ΔP pentru substanțele individuale, altele decât cele menționate în A.2.1, precum și pentru amestecuri, poate fi efectuat după formula:

$$\Delta P = \frac{mH_T P_0 Z}{V_{CB} \rho_B C_P T_0} \cdot \frac{1}{K_K} \quad (\text{A.4})$$

unde,

H_T - căldura de ardere, J·kg⁻¹;

ρ_B - densitatea aerului la temperatura inițială T_0 , kg·m⁻³;

C_P - capacitatea termică a aerului, J·kg⁻¹·K⁻¹ (se admite valoarea de 1,01·10³ Jkg⁻¹ K⁻¹);

T_0 - temperatura inițială a aerului, K.

A.2.3 În cazul manipulării în încăperea a gazelor combustibile, a lichidelor ușor inflamabile sau combustibile, la determinarea masei m , utilizată în formulele (A.1) și (A.4), este permis să se țină cont de funcționarea ventilației de urgență, dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:

- sistemul este dotat cu ventilatoare de rezervă;
- pornirea se face automat în cazul depășirii concentrației maxime admise pentru siguranță la explozie;
- alimentarea electrică este realizată conform categoriei I de fiabilitate conform Normelor de amenajare ale instalațiilor electrice (NAIE);
- dispozitivele pentru evacuarea aerului din încăperea sunt amplasate în imediata apropiere a locului posibil al avariei.

Este permis, de asemenea, să se țină cont de ventilația generală permanentă, dacă aceasta asigură o concentrație a gazelor și vaporilor combustibili în încăperea care nu depășește limita maximă admisă pentru siguranță la explozie, calculată pentru ventilația de urgență. Această ventilație generală trebuie să fie echipată cu ventilatoare de rezervă, care se pornesc automat la oprirea celor principale. Alimentarea cu energie electrică trebuie să fie realizată cel puțin conform categoriei I de fiabilitate, conform NAIE.

În acest caz, masa m de gaze combustibile sau de vapori ai lichidelor ușor inflamabile sau combustibile, încălzite până la temperatura de autoaprindere sau peste, intrată în volumul încăperii, trebuie împărțită la coeficientul K , determinat conform formulei:

$$K = AT + 1 \quad (\text{A.5}),$$

unde,

A - frecvența schimbului de aer, creată de ventilația de avarie, s⁻¹;

T - durata pătrunderii gazelor combustibile și a vaporilor de lichide ușor inflamabile și combustibile în volumul încăperii (se adoptă conform punctului A.1.2).

A.2.4 Masa m , în kilograme, a gazului care a pătruns în încăperea în urma avariei de calcul, se determină cu formula:

$$M = (V_a + V_T)P_T \quad (A.6),$$

unde,

V_a - volumul gazului eliberat din aparat, m^3 ;
 V_T - volumul gazului eliberat din conducte, m^3 .

În acest caz:

$$V_a = 0,01 \cdot P_1 V \quad (A.7),$$

unde,

P_1 - presiunea în aparat, kPa;
 V - volumul aparatului, m^3 ;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T} \quad (A.8),$$

unde,

V_{1T} - volumul gazului eliberat din conductă până la întrerupere, m^3 ;
 V_{2T} - volumul gazului eliberat din conductă după întrerupere, m^3 ;

$$V_{1T} = Qt \quad (A.9)$$

unde,

q - debitul de gaz, determinat conform reglementării tehnologice în funcție de presiunea din conductă, diametrul acesteia, temperatura mediului gazos etc., $m^3 \cdot s^{-1}$;
 T - timpul determinat conform A.1.2, în secunde;

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n) \quad (A.10)$$

unde,

P_2 - presiunea maximă în conductă conform reglementării tehnologice, kPa;
 $r_{1,2} \dots n$ - raza internă a conductelor, m;
 $L_{1,2} \dots n$ - lungimea conductelor de la aparatul avariat până la supape, m.

A.2.5 Masa vaporilor de lichid m , pătrunși în încăperea în prezența mai multor surse de evaporare (suprafața lichidului vărsat, suprafața cu compoziție recent aplicată, rezervoare deschise etc.), se determină cu următoarea expresie:

$$m = m_p + m_{eMK} + m_{CB.окp} \quad (A.11)$$

unde,

m_p - masa lichidului evaporat de pe suprafața vărsării, kg;
 m_{eMK} - masa lichidului evaporat de pe suprafețele rezervoarelor deschise, kg;
 $m_{CB.окп}$ - masa lichidului evaporat de pe suprafețele pe care a fost aplicată compoziția utilizată, kg.

Fiecare dintre termenii din formula (A.11) se determină după formula:

$$m = W F_u T \quad (A.12),$$

unde,

W - intensitatea evaporării, $kg \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$;
 F_u - suprafața de evaporare, m^2 , determinată conform A.1.2 în funcție de masa lichidului m_{in} , ieșit în încăperea.

Dacă situația de avarie este asociată cu posibila pătrundere a lichidului sub formă pulverizată, acest fapt trebuie luat în considerare în formula (A.11) prin introducerea unui termen suplimentar, care reflectă masa totală de lichid pătruns prin dispozitivele de pulverizare, în funcție de durata funcționării acestora.

A.2.6 Masa m_{in} , kg, a lichidului pătruns în încăpere, se determină conform A.1.2.

A.2.7 Intensitatea evaporării W se determină pe baza datelor de referință și experimentale. Pentru lichidele inflamabile neîncălzite peste temperatura de calcul (a mediului înconjurător), în lipsa datelor, se admite calcularea W după formula:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_K \quad (A.13)$$

unde,

η - coeficient luat din tabelul A.2, în funcție de viteza și temperatura fluxului de aer deasupra suprafeței de evaporare;

P_H - presiunea vaporilor saturați la temperatura de calcul t_c , a lichidului, determinată din date de referință, kPa.

Tabelul A.2 – Valoarea coeficientului η în funcție de viteza și temperatura fluxului de aer

Viteza fluxului de aer în încăpere, m·s-1	Valoarea coeficientului η la temperatura t , °C, a aerului în încăpere				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

A.2.8 Masa vaporilor m , în kg, în cazul evaporării unui lichid încălzit peste temperatura de calcul, dar nu mai mult decât temperatura de fierbere a lichidului, se determină conform relației:

$$m = 0,02 \sqrt{M} \cdot P_K \frac{C_{ж} m_{in}}{L_{исп}} \quad (A.14)$$

unde,

$C_{ж}$ - capacitatea calorică specifică a lichidului la temperatura inițială de evaporare, în $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$;
 $L_{исп}$ - căldura specifică de evaporare a lichidului la temperatura inițială de evaporare, conform datelor din tabele, $J \cdot kg^{-1}$.

În lipsa datelor din tabele, se permite calcularea $L_{исп}$ conform relației:

$$L_{Ксп} = \frac{19,173 \cdot 10^3 B T_a^2}{(T_a + C_a - 273,2)^2 \cdot M} \quad (A.15)$$

unde,

B , C_a - constante din ecuația Antoine, conform datelor de referință privind presiunea vaporilor saturați (în kPa);

T_a - temperatura inițială a lichidului încălzit, K;

M - masa molară a lichidului, $kg \cdot kmol^{-1}$.

Formulele (A.14) și (A.15) sunt valabile pentru lichide încălzite peste temperatura de inflamabilitate, cu condiția ca temperatura de inflamabilitate să fie mai mare decât temperatura de calcul.

A.3 - Calculul suprapresiunii exploziei pentru pulberi combustibile

A.3.1 Calculul suprapresiunii ΔP , în kPa, se efectuează conform formulei (A.4), în care coeficientul Z de participare a pulberii în suspensie la ardere se determină cu relația:

$$Z = 0,5 F \quad (\text{A.16})$$

unde,

F - fracția masică a particulelor de praf cu dimensiuni mai mici decât dimensiunea critică, peste care aerosolul devine incapabil să susțină propagarea flăcării.

În lipsa posibilității de a obține informații pentru estimarea valorii F , se permite a se lua $F = 1$.

A.3.2 Masa calculată m , în kg, a prafului suspendat în volum în urma unui scenariu de avarie se determină cu formula:

$$m = \min \left\{ \begin{array}{l} m_{B3} + m_{AB} \\ \rho_{CT} V_{AB} / Z \end{array} \right. \quad (\text{A.17})$$

unde,

m_{B3} - masa calculată a prafului resuspendat (ridicat în aer), kg;

m_{AB} - masa prafului intrat în încăpere în urma avariei, kg;

ρ_{CT} - concentrația stoichiometrică a prafului combustibil în amestec aer-praf, kg/m³;

V_{AB} - volumul calculat al norului de praf combustibil format în încăpere în timpul avariei, m³.

În lipsa posibilității de a obține date pentru calculul V_{AB} se admite să se considere

$$m = m_{B3} + m_{AB} \quad (\text{A.18})$$

A.3.3 Masa calculată a prafului resuspendat m_{B3} se determină cu formula:

$$m_{B3} = K_{B3} m_{II} \quad (\text{A.19})$$

unde,

K_{B3} - fracția de praf depus în încăpere, care poate trece în stare suspendată în urma unui scenariu de avarie.

În lipsa datelor experimentale privind valoarea K_{tur} se admite $K_{tur}=0,9$;

m_{II} - masa de praf depusă în încăpere până la momentul avariei, kg.

A.3.4 Masa calculată a prafului care pătrunde în încăpere în urma avariei, m_{AB} se determină cu formula:

$$m_{AB} = (m_{aII} + qT) K_{II} \quad (\text{A.20})$$

unde,

m_{aII} - masa prafului combustibil, ieșită în încăpere din aparat, kg;

q - productivitatea cu care continuă alimentarea aparatului avariat cu praf prin conducte, kg·s⁻¹;

T - timpul de oprire, determinat conform A.1.2 (B) ;s.

K_{II} - coeficient de formare a suspensiei de praf, reprezentând raportul dintre masa prafului suspendat în aer și masa totală de praf care a pătruns în încăpere din aparat.

În lipsa datelor experimentale privind valoarea K_p se admite:

- $K_{II}=0,5$ - pentru prafuri cu granulație de cel puțin 350 μm;

- $K_{II}=1,0$ - pentru prafuri cu granulație mai mică de 350 μm

Valoarea m_{ap} e stabilește conform punctelor A.1.1 și A.1.3.

A.3.5 Masa prafului depus în încăpere până la momentul avariei, se determină cu formula:

$$m_{II} = \frac{K_r}{K_y} (m_1 + m_2), \quad (\text{A.21})$$

unde,

K_r - fracția de praf combustibil din masa totală a prafului depus;
 K_y - coeficientul de eficiență al curățării prafului. Se admite:

- 0,6 - pentru curățare uscată manuală,
- 0,7 - pentru curățare umedă manuală,
- 0,9 - pentru curățare mecanizată cu aspirator pe pardoseală netedă,
- 0,7 - pentru pardoseală cu gropi sau crăpături (până la 5% din suprafață);

m_1 - masa de praf depusă pe suprafețele greu accesibile pentru curățare, acumulată între curățările generale, kg;

m_2 - masa de praf depusă pe suprafețele accesibile pentru curățare, acumulată între curățările curente, kg.

Suprafețele greu accesibile pentru curățare sunt acele suprafețe din încăperi industriale care se curăță doar în timpul curățeniilor generale.

Suprafețele accesibile pentru curățare sunt cele de pe care praful se înlătură periodic (zilnic, la fiecare schimb etc.).

A.3.6 Masa prafului m_i ($i = 1; 2$), care se depune pe diferite suprafețe în încăperea în perioada dintre curățări, se determină cu formula:

$$m_i = M_i(1 - \alpha)\beta_i, \quad (i = 1; 2), \quad (\text{A.22})$$

unde,

$M_1 = \sum_j M_{1j}$ - masa totală a prafului emis în volumul încăperii în perioada dintre curățeniile generale, kg;

M_{1j} - masa de praf emisă de o unitate de echipament generatoare de praf în această perioadă, kg;

$M_2 = \sum_j M_{2j}$ - masa totală a prafului emis în volumul încăperii în perioada dintre curățările curente, kg;

M_{2j} - masa de praf emisă de o unitate de echipament generatoare de praf în această perioadă, kg;

α - fracția din praful emis în încăperea care este îndepărtată prin sistemele de ventilație de evacuare.

În lipsa datelor experimentale privind valoarea α , se admite $\alpha=0$;

β_1, β_2 , - β_1, β_2 - fracții din praful emis care se depune, respectiv, pe suprafețe greu accesibile (β_1) și accesibile (β_2) pentru curățare, cu condiția:

$$\beta_1 + \beta_2 = 1$$

În lipsa datelor privind coeficienții β_1 și β_2 , se admite:

$$\beta_1 = 1, \beta_2 = 0.$$

A.3.7 Valorile M_i ($i = 1; 2$) pot fi, de asemenea, determinate experimental (sau prin analogie cu procese de producție existente), în perioada de sarcină maximă a echipamentului, folosind formula:

$$M_i = \sum_j (G_{ij} F_{ij}) T_i \quad (\text{A.23})$$

unde,

($G_{1j}, (G_{2j}$ - intensitatea depunerii prafului pe suprafețele greu accesibile F_{1j} (m^2) și accesibile F_{2j} (m^2), $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$;

T_1, T_2 - intervalul de timp dintre curățenia generală și respectiv, curățările curente, s.

A.4 Determinarea suprapresiunii pentru amestecuri care conțin gaze (vapori) combustibili și prafuri

Suprapresiunea calculată ΔP pentru amestecuri hibride, care conțin gaze (sau vapori) combustibili și prafuri, se determină cu formula:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 \quad (\text{A.24})$$

unde,

- ΔP_1 – suprapresiunea calculată pentru gazul (vapori) combustibil, în conformitate cu punctele **A.2.1** și **A.2.2**;
- ΔP_2 – suprapresiunea calculată pentru praful combustibil, în conformitate cu **A.3.1**.

A.5 Determinarea suprapresiunii pentru substanțe și materiale capabile să ardă în contact cu apa, oxigenul din aer sau între ele cu formarea undelor de presiune

Suprapresiunea ΔP pentru substanțe și materiale capabile să ardă în contact cu apa, oxigenul din aer sau între ele se determină conform metodei descrise în A.2.2, luând:

- $Z = 1$ și

H_T – energia eliberată în timpul reacției (ținând cont de arderea completă a produselor de reacție până la compuși finali), sau se stabilește experimental, prin teste la scară reală.

În cazul în care nu este posibilă determinarea valorii ΔP , se consideră că aceasta depășește 5 kPa.

Anexa B

(normativă)

Metode de determinare a categoriilor de încăperi C1—C4

B.1. Determinarea categoriilor încăperilor C1—C4 se realizează prin compararea valorii maxime a sarcinii termice specifice temporare (în continuare — sarcină termică) pe oricare dintre sectoare, cu valoarea sarcinii termice specifice indicate în tabelul B.1.

Tabelul B.1 — Sarcina termică specifică și metodele de amplasare pentru categoriile C1—C4

Categoria	Sarcina termică specifică pe sector, MJ m ⁻²	Metoda de amplasare
C1	Peste 2200	Nu se normează
C2	1401-2200	A se vedea
C3	181-1400	A se vedea
C4	1-180	Pe oricare sector al pardoselii încăperii cu suprafața 10 m ² . Metoda de amplasare a sectoarelor de sarcină termică se determină conform 6.20

B.2. În cazul unei sarcini termice care include combinații (amestecuri) de lichide ușor inflamabile, combustibile, greu combustibile, precum și substanțe și materiale solide combustibile și greu combustibile, aflate în limitele unui sector cu pericol de incendiu, sarcina termică Q , exprimată în MJ, se determină conform formulei:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{in}^P, \quad (\text{B.1})$$

în care,

G_i - cantitatea de material i al sarcinii termice, kg;

Q_{in}^P - puterea calorică inferioară a materialului i al sarcinii termice, MJ kg⁻¹;

Sarcina termică specifică g , MJ m⁻², se determină cu formula:

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (\text{B.2})$$

în care,

S - suprafața de amplasare a sarcinii termice, m² (însă nu mai mică de 10 m²).

În încăperile de categoriile C1-C4 se admite existența a mai multor sectoare cu sarcină termică, care nu depășește valorile, specificate în tabelul B.1. În încăperile de categoria C4 distanțele dintre aceste sectoare trebuie să fie mai mari decât distanțele limită. În tabelul B.2 sînt prezentate valorile recomandabile ale distanțelor limită l_{lim} în funcție de valoarea densității critice a fluxurilor energetice incidente q_{cr} , kW/m², pentru sarcina termică, compusă din materiale solide combustibile. Valorile lui l_{lim} specificate în tabelul B.2, se recomandă pentru $H > 11$ m; pentru $H < 11$ m distanța limită se determină ca:

$$l = l_{lim} + (11-H),$$

în care,

l_{lim} se determină din tabelul B.2, iar,

H - distanța minimă de la suprafața sarcinii termice pînă la talpa inferioară a fermelor planșeului (acoperișului), m.

Tabelul B.2 Valorile distanțelor limită l_{lim} în funcție de densitatea critică a fluxurilor radiante incidente q_{cr} .

$q_{cr}, \text{kBT/m}^2$	5	10	15	20	25	30	40	50
l_{lim}, m	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Valorile lui q_{cr} pentru unele materiale ale sarcinii termice sînt specificate în tabelul B.3.

Tabelul B.3 — Valorile q_{cr} pentru unele materiale de sarcină termică la incendiu

Materialul	$q_{cr}, \text{kBT/m}^2$
Lemn (pin cu umiditatea 12 %)	13,9
Plăci aglomerate din aşchii de lemn (cu masa volumică 417 kg·m ⁻³)	8,3
Turbă brichetată	13,2
Turbă bulgăroasă	9,8
Fibră de bumbac	7,5
Plastic stratificat	15,4
Fibra de sticlă	15,3
Pergamină	17,4
Cauciuc	14,8
Cărbune	35,0
Învelitoare rulată (hidroizolație rulabilă)	17,4
Fân, paie (cu umiditate minimă de până la 8 %)	7,0

Dacă sarcina termică este compusă din diferite materiale, valoarea lui q_{cr} se determină pentru materialul cu valoarea minimă a lui q_{cr} .

Pentru materialele sarcinii termice cu valoarea necunoscută a lui q_{cr} , valorile distanțelor limite se adoptă $l_{lim} > 12 \text{ m}$.

Pentru sarcina termică, compusă din lichide ușor inflamabile și lichide combustibile, se recomandă distanțele l_{lim} , între sectoarele alăturate de amplasare (vărsare) a sarcinii termice să se calculeze cu formulele:

$$l_{lim} \geq 15 \text{ m}, \text{ pentru } H > 11 \text{ m} \quad (\text{B.3})$$

$$l_{lim} \geq 26 - H, \text{ pentru } H < 11 \text{ m} \quad (\text{B.4})$$

Dacă la determinarea categoriilor C2 sau C3 cantitatea sarcinii termice Q , determinate la (B.2), este mai mare sau egală cu

$$Q \geq 0,64 \cdot g_T \cdot H^2 \quad (\text{B.5})$$

atunci încăperea se va încadra la categoriile C1 sau, respectiv, C2.

aici,

- $g_T = 2200 \text{ MJ/m}^2$, pentru $1401 \leq g \leq 2200 \text{ MJ/m}^2$;
- $g_T = 1400 \text{ MJ/m}^2$, pentru $181 \leq g \leq 1400 \text{ MJ/m}^2$;
- $g_T = 180 \text{ MJ/m}^2$, pentru $0 < g \leq 180 \text{ MJ/m}^2$.

Anexa C (normativă)

Metode de calcul ale criteriilor de pericol de incendiu pentru instalațiile exterioare

C.1 Metode de calcul ale criteriilor de pericol de incendiu pentru gaze și vapori combustibili

C.1.1 În cazul în care nu este posibil calculul riscului de incendiu, alegerea scenariului de calcul trebuie să se facă ținând cont de frecvența anuală de realizare și de consecințele diferitelor avarii.

Drept scenariu de calcul pentru determinarea criteriilor de pericol de incendiu al instalațiilor exterioare, în care sunt prezente (sau se manipulează) gaze și vapori combustibili, se va alege acel scenariu de avarie pentru care produsul dintre frecvența anuală de realizare a scenariului Q_w și suprapresiunea calculată ΔP la arderea amestecurilor gaz-aer sau vapori-aer este maxim, adică:

$$G = Q_w \Delta P = \max \quad (\text{C.1})$$

Calculul valorii G se efectuează în următoarea succesiune:

- a) Se analizează diferite scenarii de avarii, iar pe baza datelor statistice sau a frecvenței anuale a avariilor care implică arderea amestecurilor gaz-aer sau vapori-aer, se determină valorile Q_{wi} pentru aceste scenarii;
- b) Pentru fiecare dintre scenariile analizate, se determină, conform metodologiei prezentate mai jos, valorile suprapresiunii calculate ΔP_i ;
- c) Se calculează valorile $G_i = Q_{wi} \Delta P_i$ pentru fiecare dintre scenariile de avarii analizate, dintre care se selectează cel cu valoarea G_i maximă;
- d) Drept scenariu de calcul pentru determinarea criteriilor de pericol de incendiu se adoptă cel pentru care G_i este maxim. În acest caz, cantitatea de gaze și vapori combustibili eliberați în atmosferă se calculează în conformitate cu scenariul respectiv de avarie, ținând cont de prevederile C.1.3–C.1.9.

C.1.2 În cazul în care aplicarea metodei din C.1.1 nu este posibilă, ca scenariu de calcul trebuie ales cel mai defavorabil scenariu de avarie sau perioada de funcționare normală a echipamentelor, în care participă la formarea amestecurilor gaz-aer sau vapori-aer combustibili cantitatea maximă de gaze și vapori, care sunt cele mai periculoase din punctul de vedere al consecințelor arderii acestor amestecuri.

În acest caz, cantitatea de gaze și vapori eliberați în atmosferă se calculează conform prevederilor C.1.3–C.1.9.

Dacă aplicarea metodelor de calcul nu este posibilă, este permisă determinarea valorilor criteriilor de pericol de incendiu pe baza rezultatelor unor cercetări științifice corespunzătoare, coordonate și aprobate conform procedurii stabilite.

C.1.3 Cantitatea de substanțe eliberate, care pot forma amestecuri combustibile gaz-aer sau vapori-aer, se determină în baza următoarelor presupuneri:

- a) are loc avaria de calcul a unuia dintre aparate, conform C.1.1 sau C.1.2 (în funcție de abordarea aleasă pentru stabilirea scenariului de avarie de calcul);
- b) întregul conținut al aparatului se eliberează în mediul înconjurător;
- c) simultan, are loc scurgerea substanțelor din conductele care alimentează aparatul, atât pe fluxul direct, cât și pe cel de retur, pe durata necesară pentru oprirea acestor conducte.

Timpul de oprire de calcul al conductelor se determină în fiecare caz concret, ținând cont de situația reală, și trebuie să fie minim, luând în considerare datele din pașaportul tehnic al dispozitivelor de închidere, natura procesului tehnologic și tipul avariei de calcul.

Timpul de oprire de calcul al conductelor trebuie adoptat astfel:

timpul de acționare al sistemului automat de oprire a conductelor conform pașaportului instalației, dacă probabilitatea de defectare a sistemului automat nu depășește 0,000001 pe an sau dacă este prevăzută redundanța elementelor acestuia (dar nu mai mult de 120 s);

120 s, dacă probabilitatea de defectare a sistemului automat depășește 0,000001 pe an și nu este asigurată redundanța elementelor;
300 s în cazul opririi manuale;

d) are loc evaporarea de pe suprafața lichidului vărsat; suprafața de evaporare în cazul vărsării pe o suprafață orizontală se determină (în lipsa datelor de referință sau a altor date experimentale), pe baza calculului: 1 litru de amestecuri și soluții care conțin 70% sau mai puțin (în masă) solvenți se răspândește pe o suprafață de 0,10 m², iar celelalte lichide – pe 0,15 m²;

e) are loc de asemenea evaporarea lichidelor din rezervoarele deschise și de pe suprafețele proaspăt vopsite;

f) durata evaporării lichidului se consideră egală cu timpul de evaporare completă, dar nu mai mult de 3600 s.

C.1.4 Masa de gaz m , kg, eliberată în mediul înconjurător în urma unei avarii de calcul, se determină conform formulei:

$$m = (V_a + V_T)\rho_\Gamma \quad (\text{C.2})$$

unde,

V_a - volumul gazului eliberat din aparat, m³;
 V_T - volumul gazului eliberat din conducta, m³;
 ρ_Γ - densitatea gazului, kg m⁻³.

În acest caz:

$$V_a = 0,01 \cdot P1V \quad (\text{C.3})$$

unde,

$P1$ - presiune în aparat, kPa;
 V - volumul aparatului, m³;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T} \quad (\text{C.4}),$$

unde,

V_{1T} - volumul gazului eliberat din conductă înainte de închidere, m³;
 V_{2T} - volumul gazului eliberat din conductă după închidere, m³;

$$V_{1T} = Qt \quad (\text{C.5}),$$

unde,

q - debitul de gaz, determinat conform reglementărilor tehnologice, în funcție de presiunea din conductă, diametrul acesteia, temperatura mediului gazos etc., m³·s⁻¹;
 T - timpul, determinat conform B.1.3, s;

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n) \quad (\text{C.6})$$

unde,

P_2 - presiunea maximă în conductă conform reglementărilor tehnologice, kPa;
 r - raza interioară a conductelor, m;
 L - lungimea conductelor de la aparatul avariat până la vane, m.

C.1.5 Masa vaporilor de lichid m , kg, eliberați în mediul înconjurător în prezența mai multor surse de evaporare (suprafața lichidului vărsat, suprafețe proaspăt acoperite cu compuși, rezervoare deschise etc.) se determină cu expresia:

$$m = m_p + m_{eMK} + m_{CB.окp} + m_{пер} \quad (\text{C.7})$$

unde,

m_P - masa lichidului evaporat de pe suprafața vărsării, kg;

m_{eMK} - masa lichidului evaporat de pe suprafața rezervoarelor deschise, kg;

$m_{CB.окp}$ - masa lichidului evaporat de pe suprafețele acoperite cu compoziția aplicată, kg;

$m_{пер}$ - masa lichidului evaporat în atmosferă în cazul supraîncălzirii acestuia, kg.

Fiecare dintre termenii (m_P , m_{eMK} , $m_{CB.окp}$) se determină cu expresia:

$$m = WF_K T \quad (C.8)$$

unde,

W - intensitatea evaporării, $kg \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$;

F_K - suprafața de evaporare, m^2 , determinată conform C.1.3 în funcție de masa lichidului m_{Π} , ieșit în mediu;

T - durata de intrare a vaporilor în atmosferă, conform C.1.3, s.

Determinarea masei evaporate în caz de supraîncălzire:

Dacă $T_a > T_{кип}$ atunci:

$$m_{пер} = \min \left[0,8m_{\Pi}; \frac{2C_p(T_a - T_{кип})}{L_{исп}} m_{\Pi} \right] \quad (C.9)$$

unde,

m_{Π} - masa lichidului supraîncălzit evacuat, kg;

C_p - capacitatea calorică specifică a lichidului la temperatura, T_a $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$;

T_a - temperatura lichidului supraîncălzit, conform regimului tehnologic, K;

$T_{кип}$ - temperatura normală de fierbere, K;

$L_{исп}$ - căldura specifică de vaporizare a lichidului la temperatura T_a , $J \cdot kg^{-1}$

Dacă situația de urgență implică posibilitatea de dispersie a lichidului sub formă de aerosoli, aceasta trebuie luată în calcul prin adăugarea unui termen suplimentar la formula (C.7), proporțional cu masa totală de lichid dispersat de către echipamentele de pulverizare, în funcție de durata funcționării acestora.

C.1.6 Masa m_{Π} , kg, a lichidului evacuat se determină conform C.1.3.

C.1.7 Intensitatea evaporării W se stabilește pe baza datelor de referință sau experimentale. Pentru lichide ușor inflamabile (LUI) care nu sunt încălzite peste temperatura de calcul (ambientală), în lipsa datelor, se admite calculul lui W cu formula:

$$W = 10^{-6} \sqrt{M} \cdot Pk \quad (C.10)$$

unde,

M - masa molară a lichidului, $kg \cdot kmol^{-1}$;

Pk - presiunea vaporilor saturați la temperatura de calcul a lichidului, conform datelor de referință, kPa.

C.1.8 Masa vaporilor lichidului încălzit peste temperatura de calcul, dar sub temperatura de fierbere, se determină conform secțiunii A.2.8 (Anexa A).

C.1.9 Pentru gazele petroliere lichefiate (GPL), în lipsa datelor, se admite calculul masei specifice de GPL evaporat dintr-un vârs m_{cyr} din revărsare, $kg \cdot m^{-2}$, cu o formulă:

$$m_{\text{суг}} = \frac{M}{L_{\text{исп}}} (T_0 - T_{\text{ж}}) \cdot \left(2\lambda_{\text{тв}} \sqrt{\frac{t}{\pi a}} + \frac{5,1 \cdot \sqrt{Re \cdot \lambda_{\text{в}} t}}{d} \right) \quad (\text{C.11})$$

unde

M - masa molară de gazele de hidrocarburi lichefiate, kg mol⁻¹;

$L_{\text{исп}}$ - căldura molară de vaporizare a gazelor de hidrocarburi lichefiate la temperatura inițială $T_{\text{ж}}$, J mol⁻¹;

T_0 - temperatura inițială a materialului pe suprafața căruia sunt revărsate gazele de hidrocarburi lichefiate, K;

$T_{\text{ж}}$ - temperatura inițială a gazelor de hidrocarburi lichefiate, K;

$\lambda_{\text{тв}}$ - coeficientul de conductivitate termică a materialului pe suprafața căruia sunt revărsate gazele de hidrocarburi lichefiate, W m⁻¹·K⁻¹;

$a = \frac{\lambda_{\text{тв}}}{C_{\text{тв}} \rho_{\text{тв}}}$ coeficientul de difuzivitate termică a materialului pe suprafața căruia sunt revărsate gazele de hidrocarburi lichefiate, m²·c⁻¹;

$C_{\text{тв}}$ - capacitatea termică a materialului pe suprafața căruia se revărsă gazele de hidrocarburi lichefiate, J kg⁻¹·K⁻¹;

$\rho_{\text{тв}}$ - densitatea materialului pe suprafața căruia se revărsă gazele de hidrocarburi lichefiate, kg m⁻³;

t - ora curentă, s, luată egal cu timpul de evaporare completă a gazelor de hidrocarburi lichefiate, dar nu mai mult de 3600 s;

$Re = \frac{Ud}{\nu_{\text{в}}}$ numărul lui Reynolds;

U - viteza fluxului de aer, m s⁻¹;

$d = \sqrt{\frac{4F_{\text{к}}}{\pi}}$ dimensiunea caracteristică a revărsării gazelor de hidrocarburi lichefiate, m;

$\nu_{\text{в}}$ - vâscozitatea cinematică a aerului, m²·s⁻¹;

$\lambda_{\text{в}}$ - coeficientul de conductivitate termică a aerului, W m⁻¹·K⁻¹.

Formula (C.11) este valabilă pentru gazele de hidrocarburi lichefiate cu temperatură $T_{\text{ж}} \geq T_{\text{кнп}}$. La temperaturi a gazelor de hidrocarburi lichefiate $T_{\text{ж}} \geq T_{\text{кнп}}$ suplimentar se calculează masa de gaze de hidrocarburi lichefiate supraîncălzite $m_{\text{неп}}$ prin formula (C.9).

C.2 Metoda de calcul a dimensiunilor maxime ale zonelor explozive

delimitate de limita inferioară a concentrației de propagare a flăcării a gazelor și vaporilor lichidelor, precum și a dimensiunilor zonelor de afectare în cazul producerii unui incendiu de tip deflagrație (flash fire)

C.2.1 Raza R_{LFL} (m) și înălțimea Z_{LFL} (m) ale zonei care delimitează domeniul concentrațiilor ce depășesc limita inferioară de propagare a flăcării (LFL) în aer nemișcat se determină cu formulele:

pentru gaze combustibile (în continuare — GC)

$$R_{\text{LFL}} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{\text{г}}}{\rho_{\text{г}} \cdot C_{\text{LFL}}} \right)^{0,33}, \quad (\text{C.12})$$

$$Z_{\text{LFL}} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{\text{г}}}{\rho_{\text{г}} \cdot C_{\text{LFL}}} \right)^{0,33}, \quad (\text{C.13})$$

- pentru vapori neîncălzite de lichide ușor inflamabile (LUI):

$$R_{\text{LFL}} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{л}} \cdot C_{\text{LFL}}} \right)^{0,33}, \quad (\text{C.14})$$

$$Z_{\text{LFL}} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{л}} \cdot C_{\text{LFL}}} \right)^{0,33}, \quad (\text{C.15})$$

unde,

$m_{\text{г}}$ - masa gazului combustibil (GC) emis în spațiul deschis în timpul situației de pericol de incendiu, kg;

$\rho_{\text{г}}$ - densitatea GC la temperatura de calcul și presiunea atmosferică, kg/m³

$m_{\text{л}}$ - masa vaporilor de lichid inflamabil (LI) emisă în spațiul deschis în timpul evaporării, kg;

ρ_{II} - densitatea vaporilor LI la temperatura de calcul, kPa;
 C_{LFL} - limita inferioară de inflamabilitate (LFL) a GC sau vaporilor, în % vol.

Ca punct de referință pentru măsurarea dimensiunii orizontale a zonei se ia centrul geometric al suprafeței de vărsare; în cazul în care raza R_{LFL} este mai mică decât dimensiunea suprafeței de vărsare, se iau în considerare dimensiunile exterioare ale acesteia.

La nevoie, poate fi luată în calcul influența condițiilor meteorologice asupra dimensiunilor zonelor explozive.

C.2.2 În cazul formării unui amestec vapori-aer într-un spațiu neaglomerat cu echipamente tehnologice și aprinderii acestuia de la o sursă relativ slabă (de exemplu, o scânteie), arderea amestecului are loc, de regulă, cu viteze vizibile mici ale flăcării. În acest caz, amplitudinile undei de presiune sunt mici și pot fi neglijate în evaluarea efectelor distructive.

Această situație corespunde unui incendiu de tip deflagrație (flash fire), în care zona afectată de produsele de ardere la temperatură înaltă coincide practic cu dimensiunea maximă a norului de vapori.

Raza de acțiune R_F a produselor de ardere la temperaturi înalte este determinată cu formula:

$$R_F = 1,2 \cdot R_{LFL} \quad (C.16)$$

unde,

R_{LFL} - dimensiunea orizontală a zonei explozive, determinată conform formulei C.14 din prezentul anex.

C.3 Metoda de calcul a intensității radiației termice

în cazul incendiilor prin vărsare de lichide inflamabile și combustibile

C.3.1 Intensitatea radiației termice q (kW/m²) în cazul incendiilor prin vărsare de lichide inflamabile (LI), lichide combustibile (LC), gaze naturale lichefiate (GNL) sau gaze petroliere lichefiate (GPL) se determină cu următoarea formulă:

$$q = E_f F_q T \quad (C.17)$$

unde,

E_f - densitatea medie de radiație termică la suprafața flăcării, kW/m²;

F_q - factorul unghiular de expunere la radiație;

T - coeficientul de transmisie al atmosferei.

Valoarea E_f se adoptă pe baza datelor experimentale disponibile sau conform Tabelului C.3.

Tabelul C.3 – Densitatea medie de radiație termică la suprafața flăcării în funcție de diametrul focarului și viteza specifică de ardere în masă pentru unele combustibili lichizi pe bază de hidrocarburi

Hidrocarburi	E_f , kW m ⁻²					M, kg · m ⁻² · s ⁻¹
	10	20	30	40	50	
GNL (metan)	220	180	150	130	120	0,08
Gaz de hidrocarburi lichefiat (propan-butan)	80	63	50	43	40	0,10
Benzină	60	47	35	28	25	0,06
Combustibil diesel	40	32	25	21	18	0,04

NOTĂ - Pentru diametrele focarului mai mici de 10 m sau mai mari de 50 m, se recomandă utilizarea valorii E_f corespunzătoare focarelor cu diametrul de 10 m, respectiv 50 m.

În lipsa datelor pentru petrol și produsele petroliere, este permisă determinarea valorii E_f (kW /m²) conform următoarei formule:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12d}), \quad (C.18)$$

unde,

d — diametrul efectiv al revărsării, m

e — baza logaritmului natural egală cu 2,7.

În absența datelor pentru lichidele cu un singur component, este permisă determinarea valorii E_f (kW / m²) prin formula:

$$E_f = \frac{0,4 \cdot m' \cdot H_{cr}}{(1+4 \cdot \frac{L}{d})}, \quad (C.19)$$

unde,

τ' — rata specifică de ardere a masei, kg / (m² s);

H_{cr} — căldura specifică de ardere, kJ / kg;

L — lungimea flăcării, m

În absența datelor pentru lichidele cu un singur component, se permite valoarea τ' , kg / (m²·s), de determinat prin formula:

$$m' = \frac{0,001 \cdot H_{cr}}{L_g + C_p(T_b - T_a)}, \quad (C.20)$$

unde,

L_g — căldura specifică de evaporare a lichidului, kJ / kg;

C_p — capacitatea termică specifică a lichidului, kJ/(kg K);

T_b — temperatura de fierbere al lichidului la presiunea atmosferică, K;

T_a — temperatura mediului înconjurător, K.

Pentru amestecurile multicomponente de lichide, este permisă determinarea valorilor E_f și τ' de componentele pentru care valorile E_f și τ' sunt maxime.

C.3.2 Coeficientul unghiular de iradiere F_q este determinat de formula:

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_H^2}, \quad (C.21)$$

unde,

F_v , F_H — factorii de iradiere pentru terenurile verticale și orizontale, respectiv determinate pentru terenuri, amplasate în sectorul 90 ° în direcția înclinării flăcării, conform următoarelor formule:

$$F_v = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \begin{array}{l} -E \cdot \operatorname{arctg} D + E \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1+a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \operatorname{arctg} \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} x \\ x \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \end{array} \right\}, \quad (C.22)$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \operatorname{arctg} \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \\ - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot (b+1) \cdot a \cdot \sin \theta}{A \cdot B} \right] \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \end{array} \right\}, \quad (C.23)$$

$$a = \frac{2 \cdot L}{d}, \quad (C.24)$$

$$b = \frac{2 \cdot X}{d}, \quad (C.25)$$

$$A = \sqrt{(a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot a \cdot (b+1) \cdot \sin \theta)}, \quad (C.26)$$

$$B = \sqrt{(a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot a \cdot (b+1) \cdot \sin \theta)}, \quad (C.27)$$

$$C = \sqrt{(1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta)}, \quad (C.28)$$

$$D = \sqrt{\left(\frac{b-1}{b+1}\right)}, \quad (C.29)$$

$$E = \frac{a \cdot \cos \theta}{b - a \cdot \sin \theta}, \quad (C.30)$$

$$F = \sqrt{(b^2 - 1)}, \quad (C.31)$$

unde,

X — distanța de la centrul geometric al revărsării până la obiectul iradiat, m;

d — diametrul efectiv al revărsării, m;

L — lungimea flăcării, m;

0 — unghiul de deviere a flăcării de pe verticală sub influența vântului.

Pentru terenuri situate în afara sectorului specificat, precum și în cazurile în care nu este vânt, factorii de iradiere pentru terenurile verticale și orizontale sunt calculate folosind formule C.22 - C.31 și C.34, luând în considerare $\theta = 0$.

Diametrul efectiv al revărsării d (m) este calculat cu formula:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}, \quad (C.32)$$

unde,

F- aria revărsare, m².

Lungimea flăcării L (m) este determinată cu formule:

pentru $u \geq 1$

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{P_a \cdot \sqrt{g \cdot d}}\right)^{0,67} \cdot u^{0,21}, \quad (C.33)$$

pentru $u < 1$

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{P_a \cdot \sqrt{g \cdot d}}\right)^{0,61}, \quad (C.34)$$

pentru:

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt{\frac{3m'g'd}{P_n}}}, \quad (C.35)$$

unde,

τ' — rata specifică de masă a arderii combustibilului, kg/(m² · s);

p_a — densitatea aerului ambiant, kg/m³;

p_n — densitatea vaporilor de combustibil saturați la temperatura de fierbere, kg/m³;

w_0 — viteza vântului, m/s;

g — accelerația gravitației (9,81 m/s²).

Unghiul de deviere a flăcării de pe verticală sub influența vântului 0 este calculat prin formula:

$$\cos \theta = \begin{cases} 1, & \text{pentru } u_* < 1 \\ u_*^{-0,5}, & \text{pentru } u_* \geq 1 \end{cases} \quad (C.35.1)$$

Coeficient de transmitanță atmosferică pentru arderea revărsării se determină cu formula:

$$c = \exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)], \quad (C.36)$$

C.3.4 În Tabelul C.3.1 sunt prezentate valorile tipice ale intensității maxime admisibile a radiației termice pentru diferite grade de afectare a persoanelor și deteriorare a materialelor.

Tabelul C.3.1 – Valori tipice ale intensității maxime admisibile a radiației termice pentru diferite grade de afectare a persoanelor și deteriorare a materialelor

Gradul de afectare	Valori tipice maxime admisibile ale intensității radiației termice, kW/m ²
Fără efecte negative pe termen lung	1,4
Sigur pentru o persoană îmbrăcată în echipament din pânză de in	4,2
Durere insuportabilă în 20-30 s Arsură de gradul 1 după 15-20 s Arsură de gradul 2 după 30-40 s Aprinderea bumbacului după 15 minute	7,0
Aprinderea lemnului vopsit cu vopsea de ulei pe o suprafață planată; aprinderea placajului	17,0
Durere insuportabilă în 3-5 s Arsură de gradul 1 după 6-8 s Arsură de gradul II după 12-16 s	10,5
Aprinderea lemnului cu suprafață rugoasă (umiditate 12%) după 15 minute de expunere	12,9
Aprinderea lemnului vopsit cu vopsea pe bază de ulei (pe suprafață șlefuită); aprinderea placajului	17,0

C.4 Metoda de calcul al intensității radiației termice și al duratei existenței bilei de foc

C 4.1 Intensitatea radiației termice q (kW/m²) pentru bila de foc se determină conform formulei C.37.

C 4.2 Valoarea E_f se stabilește pe baza datelor experimentale disponibile. Se admite utilizarea valorii egal cu 350 kW/m².

C 4.3 Valoarea F_q se determină cu formula:

$$F_q = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)} \quad (C.37)$$

unde,

H — înălțimea centrului globului de foc, m;

D_s — diametrul efectiv al globului de foc, m;

r — distanța de la obiectul iradiat la un punct de pe suprafața pământului nemijlocit sub centrul globului de foc, m.

C 4.4 Diametrul efectiv al globului de foc D_s (m) se determină cu formula:

$$D_s = 6,48 \cdot m^{0,325}, \quad (C.38)$$

unde,

m — masa produsului care intră în spațiul înconjurător, kg.

C 4.5 Valoarea H poate fi luată egală cu D_s .

Durata de viață a globului de foc se determină cu formula:

$$t_s = 0,852 \cdot m^{0,26}, \quad (C.39)$$

C 4.6 Coeficient de transitanță atmosferică pentru t pentru globul de foc se determină cu formula:

$$t = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-7} \cdot \sqrt{r^2 + H^2 - \frac{D_S}{2}} \right], \quad (C.40)$$

C 4.7 În tabelul C.4 sunt prezentate valorile tipice ale dozelor maxime admise de radiație termică în cazul expunerii unei persoane la un glob de foc (bilă de foc).

Tabelul C.4 — Valori tipice ale dozelor maxime admise de radiație termică la acțiunea bilei de foc asupra omului

Gradul de vătămare	Doza de radiație termică, J/m ²
Arsură de gradul 1	1,2 · 10 ⁵
Arsură de gradul 2	2,2 · 10 ⁵
Arsură de gradul 3	3,2 · 10 ⁵

NOTĂ - Doza de radiație termică Q, J/m², se calculează cu formula:

$$Q = q \cdot t_s$$

unde,
 q — intensitatea radiației termice a globului de foc, W/m²;
 t_s — durata de viață a globului de foc, s.
 q și t_s se calculează în conformitate cu prezenta anexă.

C.5 Metoda de calcul al parametrilor undei de presiune la arderea amestecurilor gazoase, de vapori și de praf în spațiu deschis

C 5.1 Metodologia de evaluare cantitativă a parametrilor undelor de presiune aeriană generate de arderea amestecurilor gazoase, de vapori și de praf.

Metodologia se aplică în cazurile de eliberare a gazelor, vaporilor sau prafului combustibil în atmosferă la obiective industriale.

Elementele structurale principale ale algoritmului de calcul sunt:

- determinarea regimului de ardere preconizat al norului;
- calculul presiunii maxime în exces și al impulsului fazei de comprimare a undelor de presiune aeriană pentru diferite regimuri;
- determinarea caracteristicilor suplimentare ale sarcinii explozive;
- evaluarea efectului distructiv.

Datele inițiale pentru calculul parametrilor undelor de presiune la arderea norului sunt:

- tipul substanței combustibile conținute în nor;
- concentrația substanței combustibile în amestec C_r;
- concentrația stoichiometrică a unei substanțe combustibile cu aer C_{cr};
- masa substanței combustibile conținută în norul M_r, cu o concentrație între limita inferioară și superioară de concentrație a propagării flăcării. Este permis să se ia valoarea M_r egală cu masa substanței combustibile conținute în nor, luând în considerare coeficientul Z al participării substanței combustibile la explozie. În absența datelor, coeficientul Z poate fi adoptat egal cu 0,1;
- căldura specifică de ardere a unei substanțe combustibile E_{ya};
- viteza sunetului în aer C₀ (de obicei se adoptă egală cu 340 m/s);
- informații despre gradul de îngrămădire din spațiul înconjurător;
- rezerva de energie efectivă a amestecului combustibil E, care este determinată de formula:

$$E = \begin{cases} M_T \cdot E_{ya}, & C_r \leq C_{cr} \\ M_T \cdot E_{ya} \cdot \frac{C_{cr}}{C_r}, & C_r > C_{cr} \end{cases} \quad (C.41)$$

La calculul parametrilor arderii unui nor aflat la suprafața solului, valoarea rezervei energetice eficiente se dublează.

C 5.2 Determinarea regimului de ardere preconizat al norului

Regimul de ardere a norului depinde de tipul substanței combustibile și de gradul de aglomerare (obstrucție) a spațiului înconjurător.

C 5.3 Clasificarea substanțelor combustibile în funcție de sensibilitate

Substanțele capabile să formeze amestecuri combustibile cu aerul sunt clasificate, în funcție de sensibilitatea lor la inițierea proceselor explozive, în patru clase:

- a) Clasa 1 – substanțe deosebit de sensibile (dimensiunea celulei detonației este mai mică de 2 cm);
- b) Clasa 2 – substanțe sensibile (dimensiunea celulei detonației este între 2 și 10 cm);
- c) Clasa 3 – substanțe moderat sensibile (dimensiunea celulei detonației este între 10 și 40 cm);
- d) Clasa 4 – substanțe slab sensibile (dimensiunea celulei detonației este mai mare de 40 cm).

Clasificarea celor mai frecvent utilizate substanțe combustibile din industrie este prezentată în tabelul C.5.

În cazul în care substanța nu este inclusă în clasificare, aceasta trebuie clasificată prin analogie cu substanțele din listă.

Dacă nu există nicio informație despre proprietățile substanței respective, aceasta trebuie atribuită clasei 1, adică se va lua în considerare cel mai periculos scenariu.

Tabelul C5

Clasa 1	Clasa 2	Clasa 3	Clasa 4
Acetilenă Vinilacetilena Hidrogen Hidrazină Azotat de izopropil Metilacetilena Nitrometan Oxid de propilenă Oxid de etilenă Azotat de etil	Acrilonitril Acroleină Butan Butilena Butadiene 1,3-Pentadienă Propan Propilenă Disulfură de carbon Etan Etilenă Eteri: dimetil divinil metilbutil Frațiuni largă de hidrocarburi ușoare	Acetaldehidă Acetonă Benzină Acetat de vinil Clorură de vinil Hexane Isooctan Metilamina Cetat de metil Metilbutil cetonă Metilpropil cetonă Metil etil cetonă Octan Piridină Sulfat de hidrogen Alcooli: metil etil propil amil izobutil izopropil Ciclohexan Formiat de etil Clorură de etil	Benzen Decan o-Dichporbenzen Dodecane Metan Metilbenzen Metil mercaptan Clorură de metil Monoxid de carbon Etilen benzene

C 5.4 Căldura de ardere a compușilor chimici la calculul rezervei totale de energie degajată

La evaluarea dimensiunii efectelor undelor de presiune, trebuie luată în considerare diferența dintre compușii chimici în ceea ce privește căldura de ardere, utilizată în calculul rezervei totale de energie degajată.

Pentru hidrocarburi tipice, în calcule se ia valoarea uzuală a căldurii specifice de ardere: $E_{yдо} = 44 \text{ MJ/kg}$.

Pentru alte substanțe combustibile, în calcule se utilizează energia specifică degajată: $E_{yд} = \beta E_{yдо}$. Aici β este un parametru de corecție.

Valorile parametrului β pentru clasele convenționale de substanțe combustibile sunt prezentate în Tabelul C.5.1.

Tabelul C 5.1

Clasele substanțelor combustibile	β
Clasa 1	
Acetilenă	1,1
Metilacetilena	1,05
Vinilacetilena	1,03
Oxid de etilenă	0,62
Hidrazină	0,44
Azotat de izopropil	0,41
Azotat de etil	0,30
Hidrogen	2,73
Nitrometan	0,25
Clasa 2	
Etilenă	1,07
Dietil eter	0,77
Divinileter	0,77
Oxid de propilenă	0,7
Acroleină	0,62
Disulfură de carbon	0,32
Butan	1
Butilena	1
Butadiene	1
1,3-Pentadienă	1
Etan	1
Eter dimetilic	0,66
Eter diizopropilic	0,82
NGL	1
Propilenă	1
Propan	1
Clasa 3	
Clorură de vinil	0,42
Cumene	0,84
Metilamina	0,70
Alcooli:	
Metil	0,45
Etil	0,61
Propil	0,69
Amilovy	0,79
Ciclohexan	1
Acetaldehidă	0,56
Acetat de vinil	0,51
Benzină	1
Hexane	1
Isooctan	1
Piridină	0,77
Ciclopropan	1
Etilamină	0,80
Clasa 4	
Metan	1,14
Triclorețan	0,15
Clorură de metil	0,12
Benzen	1
Decan	1
Dodecane	1
Metilbenzen	1
Metil mercaptan	0,53
Monoxid de carbon	0,23
Dicloroetan	0,24
Sulfat de hidrogen	0,34

Clasele substanțelor combustibile	β
Acetonă	0,65
Diclorobenzen	0,42
Triclorețan	0,14

C 5.5 Clasificarea spațiului înconjurător după gradul de aglomerare

Caracterul de aglomerare al spațiului înconjurător determină în mare măsură viteza de propagare a flăcării în timpul arderii norului de gaz și, în consecință, parametrii unei de presiune. Caracteristicile de aglomerare sunt împărțite în patru clase:

Clasa I – prezența conductelor lungi, cavităților, golurilor umplute cu amestec combustibil, în care, în timpul arderii, se poate aștepta formarea de jeturi turbulente ale produselor de ardere cu dimensiuni de cel puțin trei ori mai mari decât dimensiunea celulei detonaționale pentru amestecul respectiv.

Dacă dimensiunea celulei detonaționale este necunoscută, se admite ca dimensiunile minime caracteristice ale jeturilor să fie:

- 5 cm pentru substanțe combustibile din clasa 1;
- 20 cm pentru clasa 2;
- 50 cm pentru clasa 3;
- 150 cm pentru clasa 4.

Clasa II – spațiu puternic aglomerat: prezența volumelor semi-închise, densitate ridicată a echipamentelor tehnologice, păduri, obstacole multiple și repetitive;

Clasa III – spațiu mediu aglomerat: instalații tehnologice izolate, parcuri de rezervoare;

Clasa IV – spațiu puțin aglomerat sau deschis.

C 5.6 Clasificarea regimurilor de ardere ale norului

Pentru evaluarea impactului arderii unui nor de gaze sau vapori, se disting șase clase de regimuri de ardere, pe baza vitezei de propagare a frontului de flacără:

Clasa 1 – detonație sau ardere cu viteză a frontului de flacără ≥ 500 m/s;

Clasa 2 – deflagrație, viteză între 300 și 500 m/s;

Clasa 3 – deflagrație, viteză între 200 și 300 m/s;

Clasa 4 – deflagrație, viteză între 150 și 200 m/s;

Clasa 5 – deflagrație, cu viteză a frontului de flacără determinată printr-o formulă

$$u = k_1 \cdot M^{1/6}, \quad (\text{C. 42})$$

unde,

k_1 — constantă egală cu 43;

M — masa substanței combustibile conținute în nor, kg;

clasa 6 — deflagrație, viteză frontului flăcării se determină cu formula:

$$u = k_2 \cdot M^{1/6} \quad (\text{C. 43})$$

unde,

k_2 — constantă egală cu 26;

M — masa substanței combustibile conținute în nor, kg;

C 5.7 Regimul de ardere estimat al norului

Regimul de ardere estimat al norului se determină conform tabelului C.5.2, în funcție de clasa substanței combustibile și clasa de aglomerare a spațiului înconjurător.

Tabelul C.5.2 Determinarea regimului de ardere estimat în funcție de tipul substanței combustibile și gradul de aglomerare a spațiului

Clasa substanței combustibile	Clasa de aglomerare a spațiului înconjurător			
	I	II	III	IV
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	4	5
4	3	4	5	6

La determinarea vitezei maxime a frontului de flacără pentru regimurile de ardere din clasele 2–4, se calculează suplimentar viteza vizibilă a frontului de flacără conform relației (C.42).

În cazul în care valoarea obținută depășește viteza maximă corespunzătoare clasei respective, se adoptă valoarea calculată conform formulei (C.43).

C 5.8 Calculul presiunii excedentare maxime și al impulsului fazei de comprimare a undelor de presiune din aer.

Parametrii undelor de presiune din aer - presiunea excedentară ΔP și impulsul fazei de compresie (I^+) se determină în funcție de distanța față de centrul norului, pe baza regimului de ardere estimat al norului.

Pentru regimul de ardere de clasa 1 al norului

Se calculează distanța adimensională corespunzătoare folosind formula:

$$R_x = - \frac{R}{\left(\frac{E}{P_0}\right)^{1/3}}, \quad (\text{C. 44})$$

unde,

R — distanță de la centrul norului, m;

P_0 — presiunea atmosferică, Pa;

E — rezerva eficientă a energiei amestecului, J.

Valorile presiunii adimensionale P_x și impulsul fazei de compresie I_x se determină cu formule (pentru amestecuri de gaz-, vapori- și pulbere-aer):

$$\ln (P_x) = - 1,124 - 1,66 \cdot (\ln (R_x) + 0,260 \cdot \ln (R_x))^2 \quad (\text{C. 45})$$

$$\ln (I_x) = - 3,4217 - 0,898 \cdot (\ln (R_x) - 0,0096 \cdot \ln (R_x))^2 \quad (\text{C. 46})$$

Formulele C.45, C.46 sunt valabile pentru valori R_x peste 0,2. Dacă R_x este mai mic de 0,2, atunci P_x este 18, iar în formula C.46 în locul R_x se substituie valoarea $R_x = 0,14$.

Valorile dimensionale ale suprapresiunii și impulsului fazei de compresie sunt determinate de formule:

$$\Delta P = P_x \cdot P_0, \quad (\text{C. 47})$$

$$I^+ = I_x \cdot P_0^{2/3} \cdot \frac{E^{1/3}}{c_0}, \quad (\text{C. 48})$$

C 5.9 Clasele 2 - 6 ale regimurilor de ardere a norului

Se calculează distanța adimensională R_x de la centrul norului cu formula C.44.

Se calculează valorile presiunii adimensionale (P_{x1}) și impulsul fazei de compresie I_{x1} cu formulele:

$$P_{x1} = \left(\frac{u^2}{c_0^2}\right) \cdot \left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right) \cdot \left(\frac{0,83}{R_x} - \frac{0,14}{R_x^2}\right), \quad (\text{C. 49})$$

$$I_{x1} = W \cdot (1 - 0,4 \cdot W) \cdot \left(\frac{0,06}{R_x} + \frac{0,01}{R_x^2} - \frac{0,0025}{R_x^3}\right), \quad (\text{C. 50})$$

$$W = \frac{u}{c_0} \cdot \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma} \right), \quad (C.51)$$

unde,

σ — gradul de expansiune al produselor de ardere (pentru amestecuri gaz-aer și vapori-aer se poate lua $\sigma = 7$, iar pentru amestecuri praf-aer — $\sigma = 4$);
 u — viteza vizibilă a frontului de flacără, în m/s.

În cazul deflagrației norului de praf-aer, valoarea rezervei energetice eficiente se înmulțește cu coeficientul $(\sigma - 1)/\sigma$.

Formulele C.49 și C.50 sunt valabile pentru valori ale R_x mai mari decât $R_{kp1} = 0,34$; în cazul, dacă $R_x < R_{kp1}$, în formulele C.49, C.50 în locul R_x se substituie valoarea R_{kp1} .

Valorile dimensionale ale presiunii excedentare și ale impulsului fazei de comprimare se determină conform formularelor C.47 și C.48. În acest caz, în formulele C.47, C.48. În aceste formule, în loc de P_x și I_x , se substituie valorile P_{x1} și I_{x1} .

C.6 Metoda de calcul a parametrilor undei de presiune în cazul exploziei unui rezervor cu lichid supraîncălzit sau gaz lichefiat, la expunerea la un focar de incendiu

În cazul în care un rezervor închis cu gaz petrolier lichefiat (GPL) sau cu lichid inflamabil (LI) ori lichid combustibil (LC) este expus unui focar de incendiu, poate avea loc încălzirea conținutului până la o temperatură semnificativ mai mare decât temperatura normală de fierbere, ceea ce determină o creștere corespunzătoare a presiunii.

Din cauza încălzirii pereților nesaturați (neudați) ai vasului, caracteristicile de rezistență ale materialului se reduc, ceea ce, în anumite condiții, poate duce la ruperea rezervorului și formarea undelor de comprimare.

Se calculează parametrul δ , care caracterizează posibilitatea apariției undelor de comprimare, conform formulei:

$$\delta = \frac{c_p(T - T_{кин})}{L}, \quad (C.52)$$

unde,

c_p — căldura specifică a fazei lichide, în J/kg·K (se poate lua egală cu 2000 J/kg·K);
 T — temperatura fazei lichide, corespunzătoare temperaturii vaporilor saturați la presiunea de declanșare a supapei de siguranță, în K;
 $T_{кин}$ — temperatura normală de fierbere a substanței, în K;
 L — căldura specifică de vaporizare la temperatura normală de fierbere $T_{кин}$, J / kg.

- Dacă $\delta < 0,35$, nu are loc formarea undelor de comprimare.
- Dacă $\delta > 0,35$, probabilitatea apariției acestui fenomen este ridicată.

Presiunea excedentară ΔP și impulsul I^+ al undei de presiune formate în urma exploziilor rezervorului cu LI, LC sau gaz petrolier lichefiat (GPL) supraîncălzit în focarul incendiului se determină conform următoarelor formule:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(0,8 \cdot \frac{m_{np}^{0,33}}{r} + 3 \cdot \frac{m_{np}^{0,66}}{r^2} + 5 \cdot \frac{m_{np}}{r^3} \right), \quad (C.53)$$

$$I^+ = 123 \cdot \frac{m_{np}^{0,66}}{r}, \quad (C.54)$$

$$m_{np} = \left(\frac{E_{eff}}{4,52} \right) \cdot 10^{-6}, \quad (C.55)$$

$$E_{eff} = k \cdot c_p \cdot m \cdot (T - T_b), \quad (C.56)$$

unde,

P_0 — presiunea atmosferică, kPa (poate fi adoptată egală cu 101 kPa);

r — distanța de la centrul rezervorului până la obiectul expus acțiunii undelor de compresie, m;

m_{np} — masa, kg;

E_{eff} — energia efectivă a exploziei;

k — fracția energiei unei de presiune (poate fi adoptată egală cu 0,5);

m — masa LUI, LC sau gazului hidrocarbonat lichefiat conținute în rezervor, kg;

T_b — temperatura normală de fierbere, K.

Dacă există un dispozitiv de siguranță (supapă sau membrană) în rezervor, valoarea T se determină cu formula:

$$T = \frac{B}{A - \lg P_{val}} - C_A + 273,15, \quad (C.57)$$

unde,

P_{val} — presiunea de răspuns a dispozitivului de siguranță;

A, B, C_A — constante ale ecuației dependenței presiunii vaporilor saturați a unui lichid de temperatură (constantele lui Antoine), determinate din literatura de referință. Unitățile P_{val} (kPa, mmHg, atm) trebuie să corespundă constantelor Antoine utilizate.

(Spațiu liber lăsat intenționat)

Anexa D
(normativă)

Metodologia de calcul a probabilității condiționate de afectare a unei persoane

D.1 La evaluarea riscului de incendiu pentru o instalație exterioară, trebuie luați în considerare următorii factori de pericol:

suprapresiunea și impulsul undei de presiune apărute în urma arderii amestecurilor gazoase, vapori sau prafuri combustibile în spații deschise;

radiația termică în timpul incendiilor provocate de scurgeri de lichide inflamabile, incendii de materiale solide, apariția unui „glob de foc” sau în cazul arderii sub formă de jet;

efectul produselor de ardere cu temperatură ridicată ale amestecurilor gaz-aer sau vapori-aer în spațiu deschis.

Dacă pentru instalația exterioară analizată nu este posibilă realizarea unuia dintre factorii de pericol menționați mai sus, acel factor nu este luat în considerare la evaluarea riscului potențial.

Probabilitatea condiționată $Qdj(a)$ de afectare a unei persoane în cazul realizării scenariului de accident j , se calculează de regulă pe baza funcției probit Pr . Legătura dintre valoarea funcției Pr și probabilitatea condiționată de afectare se stabilește conform Tabelului D.1, unde între valorile de referință se permite interpolarea liniară.

Tabelul D.1 – Valorile probabilității condiționate de afectare a unei persoane în funcție de valoarea funcției probit Pr

Probabilitatea condiționată de afectare, %	Valoarea funcției probit Pr									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
-	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

D.2 Probabilitatea condiționată de afectare a unei persoane de către suprapresiunea produsă în urma arderii amestecurilor gaz-aer, vapori-aer sau praf-aer, la o distanță r față de epicentru, se determină în următoarea succesiune de pași:

- se calculează suprapresiunea ΔP și impulsul i conform metodelor prezentate în anexa C;
- în funcție de valorile ΔP și i , se calculează valoarea funcției probit Pr conform următoarelor formule:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln(V), \tag{D.1}$$

$$V = \left(\frac{17500}{\Delta P}\right)^{8,4} + \left(\frac{290}{i}\right)^{9,3}, \tag{D.2}$$

unde,

ΔP - suprapresiune, Pa;

i - impuls de undă de presiune, Pa/s.

Cu ajutorul tabelului D1, se determină probabilitatea condițională de vătămare a unei persoane.

De exemplu, în cazul în care valoarea $Pr = 2,95$ valoarea $Qdj(a) = 2\% = 0,02$, iar la $Pr = 8,09$ valoarea $Qdj(a) = 99,9\% = 0,999$.

D.3 probabilitatea condiționată de afectare a unei persoane în urma radiației termice produse de un incendiu de lichid inflamabil vărsat, incendiu de material solid sau „minge de foc” se determină în următoarea succesiune:

a) se calculează valoarea funcției probit Pr conform formulei:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \ln(tq^{1,33}), \quad (D.3)$$

unde,

t - timpul de expunere efectiv, s;

q - intensitatea radiației termice, $\text{kBt} \cdot \text{m}^{-2}$, detrimată conform anexei B.

Valoarea t se determină:

1) pentru incendii cu revărsări de lichide inflamabile și incendii cu materiale solide

$$t = t_0 + \frac{x}{u}, \quad (D.4)$$

unde,

t_0 - timpul caracteristic de detectare a incendiului, în secunde (se admite $t = 5$ s);

X - distanța de la poziția persoanei până la zona în care intensitatea radiației termice nu depășește 4 kW/m^2 , în metri;

u - viteza de deplasare a persoanei, în m/s^{-1} (se admite $u = 5 \text{ m/s}^{-1}$);

2) pentru efectul „mingii de foc”, valoarea t se ia conform Anexei Cu ajutorul Tabelului C.1, se determină probabilitatea condiționată de afectare a persoanei de către radiația termică.

În cazul în care raza focarului de incendiu (la incendii prin vărsare, incendii ale materialelor solide sau la „mingea de foc”) este mai mare sau egală cu 30 m, probabilitatea condiționată de afectare a persoanei se ia egală cu 100%.

D.4. Probabilitatea condiționată de afectare a persoanei în cazul arderii sub formă de jet se calculează după cum urmează:

- se determină lungimea jetului de flacără conform metodei din Anexa C;
- dacă $L_\phi \geq 30$ m, probabilitatea condiționată se ia egală cu 6%;
- dacă $L_\phi < 30$ m, probabilitatea condiționată se ia egală cu 0.

D.5. Probabilitatea condiționată de afectare a persoanei ca urmare a acțiunii produselor de ardere cu temperatură înaltă ale amestecului gaz-aer sau vapori-aer în cazul unei flăcări de tip flash fire se determină după cum urmează:

se determină raza de acțiune a produselor de ardere cu temperatură înaltă conform metodei din Anexa C;

dacă $R_F \geq 30$ m, probabilitatea condiționată se ia egală cu 100%;

dacă $R_F < 30$ m, probabilitatea condiționată se ia egală cu 0.

Anexa E

(informativă)

Determinarea estimativă a coeficientului Z de participare la ardere a gazelor combustibile și vaporilor de lichide inflamabile neîncălzite

E.1 Formulele de calcul prezentate în Anexa E se aplică în cazul în care este îndeplinită condiția: $100m/(\rho_{r,n}V_{CB}) < 0,5C_{LFL}$.

C_{LFL} - limita inferioară de explozivitate (concentrația minimă de volum a gazului sau vaporilor combustibili necesară pentru propagarea flăcării), exprimată în % vol.; De asemenea, aceste formule sunt valabile pentru încăperi având forma unui paralelipiped dreptunghic, în care raportul lungime/lățime nu depășește valoarea 5.

E.2 Coeficientul Z de participare la ardere a gazelor combustibile și a vaporilor de lichide inflamabile care nu sunt încălzite peste temperatura mediului ambiant, pentru un nivel de semnificație dat Q ($C > \bar{C}$) se calculează conform următoarelor formule:

- în cazul: $X_{LFL} \leq \frac{1}{2}L$ и $Y_{LFL} \leq \frac{1}{2}S$

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \pi}{m} \rho_{r,n} \left(C_0 + \frac{C_{LFL}}{\delta} \right) X_{LFL} Y_{LFL} Z_{LFL}, \quad (E.1)$$

- în cazul: $X_{LFL} \leq \frac{1}{2}L$ и $Y_{LFL} \leq \frac{1}{2}S$

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \pi}{m} \rho_{r,n} \left(C_0 + \frac{C_{ICPF}}{\delta} \right) F Z_{LFL}, \quad (E.2)$$

unde,

C_0 - factorul preexponențial, % (în volum), egal cu:

- în absența mobilității mediului aerian pentru gazele combustibile

$$C_0 = 3,77 \cdot 10^3 \frac{m}{\rho_r V_{CB}}, \quad (E.3)$$

- în cazul mediului aerian mobil, pentru gazele combustibile

$$C_0 = 3 \cdot 10^2 \frac{m}{\rho_r V_{CB} U}, \quad (E.4)$$

- în absența mobilității mediului aerian imobil, pentru vaporii de lichide ușor inflamabile

$$C_0 = C_K \left(\frac{m \cdot 100}{C_K \rho_n V_{CB}} \right)^{0,41}, \quad (E.5)$$

- în cazul mediului aerian mobil, pentru vaporii de lichide ușor inflamabile

$$C_0 = C_K \left(\frac{m \cdot 100}{C_K \rho_n V_{CB}} \right)^{0,46}, \quad (E.6)$$

unde,

m - masa gazului sau a vaporilor de LUI care intră în volumul încăperii;

δ - abaterile admisibile ale concentrației pentru nivelul de semnificație specificat $Q(C > \bar{C})$, prezentate în tabelul D.1;

$X_{LFL}, Y_{LFL}, Z_{LFL}$ - distanțele pe axele X, Y, Z, și de la sursa de intrare a gazului sau a vaporilor, mărginite de concentrația limită inferioară de propagare a flăcării corespunzător, m; se determină cu formulele (D.10) - (D.12);

L, S - lungimea și lățimea încăperii, m;

F - suprafața pardoselii încăperii, m²;

U - mobilitatea mediului aerian, m·s⁻¹;

C_K - Concentrația vaporilor saturați la temperatura de calcul t_p , °C, a aerului în încăpere, % (în volum).

Tabelul E.1 – Abaterile admisibile ale concentrației δ pentru un nivel de semnificație dat $Q(C > \bar{C})$,

Caracterul distribuirii concentrațiilor	$Q(C > \bar{C})$,	δ
Pentru gaze combustibile în absența mișcării aerului	0,1	1,29
	0,05	1,38
	0,01	1,53
	0,003	1,63
	0,001	1,70
	0,000001	2,04
Pentru gaze combustibile în prezența mișcării aerului	0,1	1,29
	0,05	1,37
	0,01	1,52
	0,003	1,62
	0,001	1,70
	0,000001	2,03
Pentru vapori de lichide ușor inflamabile în absența mișcării aerului	0,1	1,19
	0,05	1,25
	0,01	1,35
	0,003	1,41
	0,001	1,46
	0,000001	1,68
Pentru vapori de lichide ușor inflamabile în prezența mișcării aerului	0,1	1,21
	0,05	1,27
	0,01	1,38
	0,003	1,45
	0,001	1,51
	0,000001	1,75

E.3 Concentrația C_K poate fi determinată cu formula:

$$C_K = 100 \frac{P_K}{P_0}, \quad (E.7)$$

unde,

P_K - presiunea vaporilor saturați la temperatura de calcul (se determină din literatura de specialitate), în kPa;

P_0 - presiunea atmosferică, egală cu 101 kPa.

Nivelul de semnificație $Q(C > \bar{C})$, se alege în funcție de caracteristicile procesului tehnologic.

Este permis să se ia $Q(C > \bar{C})$, egal cu 0,05.

E.4 Coeficientul Z de participare la ardere al vaporilor de lichide ușor inflamabile (neîncălzite peste temperatura mediului) în amestecul vapori-aer poate fi determinat din graficul prezentat în figura E.1.

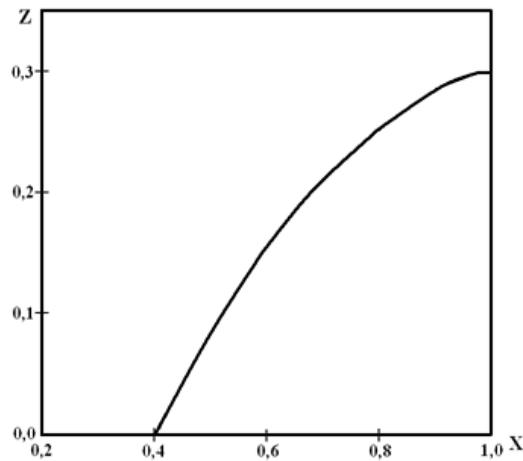


Figura E.1 - Dependența Z de la X

Valoarea X se determină cu formula:

$$X = \begin{cases} C_K/C^*, & \text{dacă } C_K \leq C^* \\ 1, & \text{dacă } C_K > C^* \end{cases}, \quad (\text{E.8})$$

unde,

C^* - mărime, calculată cu relația:

$$C^* = \varphi C_{CT}, \quad (\text{E.9})$$

unde,

φ - coeficientul efectiv al surplusului de combustibil, se adoptă egal cu 1,9.

Distanțele X_{LFL} , Y_{LFL} , și Z_{LFL} se determină cu formulele:

$$X_{LFL} = K_1 L \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta C_0}{C_{LFL}} \right)^{0,5}, \quad (\text{E.10})$$

$$Y_{LFL} = K_1 S \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta C_0}{C_{LFL}} \right)^{0,5}, \quad (\text{E.11})$$

$$Z_{LFL} = K_3 H \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta C_0}{C_{LFL}} \right)^{0,5}, \quad (\text{E.12})$$

în care,

K_1 - coeficient, egal cu 1,1314 pentru gazele combustibile și cu 1,1958 - pentru lichidele ușor inflamabile;

K_2 - coeficient, egal cu 1 pentru gazele combustibile și $K_2 = T/3600$ - pentru lichidele ușor inflamabile;

K_3 - coeficient, egal cu:

- 0,0253 pentru gazele combustibile în cazul mediului aerian imobil;
- 0,02828 pentru gazele combustibile în cazul mediului aerian mobil;
- 0,04714 pentru lichidele ușor inflamabile în cazul mediului aerian imobil;
- 0,3536 pentru lichidele ușor inflamabile în cazul mediului aerian mobil;

H - înălțimea încăperii, m.

În cazul valorilor negative ale logaritmilor, distanțele, X_{LFL} , Y_{LFL} , și Z_{LFL} se adoptă egale cu 0.

Bibliografie

[1] Hotărârea Guvernului nr. 847/2022 REGULI GENERALE de apărare împotriva incendiilor în Republica Moldova

Traducerea autentică a documentului normativ în limba rusă

Начало перевода

1 Область применения

1.1 Настоящий нормативный документ по пожарной безопасности устанавливает методы определения классификационных признаков для отнесения зданий (или частей зданий, расположенных между противопожарными стенами — пожарных отсеков), сооружений, строений и помещений (далее — зданий и помещений) производственного и складского назначения класса F5 к категориям по взрывопожарной и пожарной опасности, а также методы определения классификационных признаков категорий наружных установок производственного и складского назначения (далее — наружные установки) по пожарной опасности.

1.2 Классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возникновения пожара и обеспечение защиты людей и имущества в случае его возникновения.

Классификация наружных установок по пожарной опасности используется для установления аналогичных требований, направленных на предотвращение пожара и обеспечение защиты людей и имущества при его возникновении на наружных установках.

1.3 Настоящий нормативный документ не применяется в отношении:

- помещений, зданий и наружных установок, предназначенных для производства и хранения взрывчатых веществ (далее — ВВ);
- средств инициирования ВВ;
- зданий и наружных установок, проектируемых в соответствии со специальными нормативными актами, утверждёнными в установленном порядке.

1.4 Настоящий норматив может быть использован при разработке специальных технических условий на проектирование зданий, сооружений, строений и наружных установок.

2 Нормативные ссылки

В настоящем нормативном документе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

NCM E.03.01	Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor. Terminologie
NCM E.03.02	Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor
SM ISO 3864-1	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 1: Principii de proiectare pentru semne de securitate și marcaje de securitate.
SM ISO 3864-2	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 2: Principii de proiectare pentru etichetarea de securitate a produselor.
SM ISO 3864-3	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 3: Principii de proiectare simboluri grafice utilizate în semnele de securitate.
SM ISO 3864-4	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 4: Proprietățile colorimetrice și fotometrice ale materialelor pentru semne de siguranță.
SM EN ISO 7010: 2016/A1 - A7	Simboluri grafice. Culori de securitate și semne de securitate. Semne de securitate înregistrate.
SM EN ISO 13943	Securitate la incendiu. Vocabular

ПРИМЕЧАНИЕ - При пользовании настоящим нормативом целесообразно проверять актуальность ссылочных стандартов в общедоступной информационной системе — на официальном сайте. Если ссылочный стандарт заменён (изменён), при применении настоящего нормативного документа следует руководствоваться заменяющим (изменённым) стандартом. Если ссылочный стандарт отменён без замены, положение, в котором дана ссылка на него, применяется в той части, которая не затрагивает данную ссылку.

3 Термины и определения

в настоящем нормативе применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

аварийная ситуация

ситуация, характеризующаяся вероятностью возникновения аварии и возможностью её дальнейшего развития

3.2

взрыв паровоздушного облака

процесс сгорания горючей паровоздушной смеси в открытом пространстве с образованием ударных волн давления.

3.3

взрыв паровоздушной смеси в ограниченном объеме (резервуаре или производственном помещении)

процесс сгорания горючей паровоздушной смеси, образовавшейся в ограниченном объёме, с повышением давления в этом объёме.

3.4

взрыв резервуара с перегретой жидкостью при воздействии на него очага пожара

процесс разрушения резервуара вследствие нагрева содержащейся в нём жидкости от очага пожара до температуры, превышающей нормальную температуру кипения, с последующим взрывообразным вскипанием жидкости. Процесс сопровождается образованием волн давления и, в случае горючей жидкости, формированием «огненного шара».

3.5

взрывоопасная смесь

смесь воздуха или окислителя с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими пылями или волокнами, которая при определённой концентрации и наличии источника инициирования способна взорваться.

3.6

время отключения (время срабатывания)

промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (перфорация, разрыв, изменение номинального давления и т.п.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в помещение.

3.7

категория пожарной (взрывопожарной) опасности объекта

классификационная характеристика пожарной (взрывопожарной) опасности здания (или его части между противопожарными стенами — пожарного отсека), сооружения, строения, помещения или наружной установки.

3.8

логическое дерево событий

графическое отображение общего характера развития возможных аварийных ситуаций и аварий с указанием причинно-следственных связей между событиями, в зависимости от специфики опасности оцениваемого объекта, с учётом влияния имеющихся защитных мероприятий.

3.9

огненный шар

крупномасштабное диффузионное горение, возникающее при разрушении резервуара с горючей жидкостью или газом под давлением и воспламенении его содержимого.

3.10

пожар в помещении

процесс диффузионного горения твёрдых, жидких и газообразных горючих веществ, находящихся в помещении, вызывающий нагрев строительных конструкций и технологического оборудования с возможной потерей их несущей способности.

3.11

проектная авария

авария, для предотвращения которой в проекте промышленного объекта предусмотрены системы обеспечения безопасности, гарантирующие заданный уровень защищённости.

3.12

пожарная нагрузка

количество теплоты, которое может выделиться в помещении при пожаре.

3.13

размер зоны

протяжённость части пространства, ограниченной каким-либо образом.

3.14

сценарий аварии

модель последовательности событий с определённой зоной воздействия опасных факторов пожара на людей, здания, сооружения и технологическое оборудование.

3.15

удельная пожарная нагрузка

количество теплоты, которое может выделиться в помещении при пожаре, отнесённое к площади размещения горючих и трудногорючих веществ и материалов, находящихся в помещении.

3.16

частота реализации сценария аварии

частота возникновения и развития возможного сценария аварии за определённый период времени.

3.17

опасность

процесс, явление или деятельность человека, которые могут привести к гибели людей, телесным повреждениям, другим воздействиям на здоровье, материальному ущербу, социальным и экономическим нарушениям либо нанесению вреда окружающей среде.

4 Общие положения

4.1 По взрывопожарной и пожарной опасности помещения классифицируются по категориям: А, В, С1–С4, D и E,

а здания - по категориям: А, В, С, D и E.

По пожарной опасности наружные установки классифицируются по категориям: АЕх, ВЕх, СЕх, ДЕх и ЕЕх.

4.2 Категории помещений и зданий определяются на основании:

- видов горючих веществ и материалов, находящихся в помещениях,
- их количества и пожароопасных свойств,
- объёмно-планировочных решений помещений,
- а также характеристик осуществляемых в них технологических процессов.

Категории наружных установок определяются с учетом пожароопасных свойств содержащихся в них горючих веществ и материалов, их количества, а также особенностей технологических процессов.

4.3 Определение пожароопасных свойств веществ и материалов осуществляется на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и др.).

Допускается использование официально опубликованных справочных данных о пожароопасных свойствах веществ и материалов.

Допускается использование показателей пожарной опасности для смесей веществ и материалов по наиболее опасному компоненту.

5 Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

5.1 Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 - Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С — в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчётное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.
Уточнения к категории А и В	
К категориям А и В по взрывопожарной опасности не относятся следующие случаи: <ul style="list-style-type: none"> использование твердых, жидких и газообразных веществ в качестве топлива для горения; утечки или выбросы газов, паров либо пыли в таких количествах, которые не способны образовать с воздухом взрывоопасную смесь. В указанных случаях категория определяется как С, D или E — в зависимости от уровня тепловой нагрузки и общей пожарной опасности.	
В взрывопожароопасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки выше 28 °С, горючие жидкости — в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.
С1-С4 пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твёрдые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), а также вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть — при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или В.
Д умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии , процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твёрдые вещества , которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Е пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии, а также горючие материалы с высоким содержанием влаги (более 80%), что исключает возможность их возгорания.
Уточнения к категории Е	
К данной категории также относятся: <ul style="list-style-type: none"> горючие жидкости с температурой вспышки паров более 100 °С, используемые в системах гидравлики, охлаждения, смазки, фильтрации и термообработки, в объёме, не превышающем 2 м³, при условии принятия мер по предотвращению распространения разлива на площадь более 10 м²; 	

- электрооборудование при содержании масла до 60 кг на единицу, а также кабельные линии в изоляции и оболочке с содержанием горючих материалов до 3,5 кг на метр длины;
- негорючие вещества и материалы в горючей упаковке, размещённые на стеллажах или поддонах, при плотности пожарной нагрузки до 50 МДж/м².

ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Методы определения категорий помещений А и В устанавливаются в соответствии с Приложением А.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - Отнесение помещения к категории С1, С2, С3 или С4 осуществляется в зависимости от количества и способа размещения пожарной нагрузки в указанном помещении, его объемно-планировочных характеристик, а также от пожароопасных свойств веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Разделение помещений на категории С1—С4 регламентируется положениями, приведёнными в приложении В.

5.2 Определение категории помещения следует осуществлять путём последовательной проверки его принадлежности к категориям, приведённым в таблице 1, начиная с наиболее опасной (А) к наименее опасной (Е).

6 Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

6.1 Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются исходя из доли и суммарной площади помещений соответствующей категории опасности в данном здании.

6.2 Здание относится к категории А, если в нём суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м².

6.3 Здание не относится к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 1000 м²), и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

6.4 Здание относится к категории В, если одновременно выполняются следующие условия:

- здание не относится к категории А,
- и суммарная площадь помещений категорий А и В превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м².

6.5 Здание не относится к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А и В в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 1000 м²), и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

6.6 Здание относится к категории С, если одновременно выполняются следующие условия: здание не относится к категории А или В, и суммарная площадь помещений категорий А, В, С1, С2 и С3 превышает 5 % (или 10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и В) суммарной площади всех помещений.

6.7 Здание не относится к категории С, если суммарная площадь помещений категорий А, В, С1, С2 и С3 в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 3500 м²), и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

6.8 Здание относится к категории D, если одновременно выполняются следующие условия: здание не относится к категории А, В или С, и суммарная площадь помещений категорий А, В, С1, С2, С3 и D превышает 5 % суммарной площади всех помещений.

6.9 Здание не относится к категории D, если суммарная площадь помещений категорий А, В, С1, С2, С3 и D в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещённых в нём помещений (но не более 5000 м²), и помещения категорий А, В, С1, С2, С3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

6.10 Здание относится к категории Е, если оно не относится к категориям А, В, С или D.

7 Категории наружных установок по пожарной опасности

7.1 Категории наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности устанавливаются в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 - Категории наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория наружной установки	Критерии отнесения наружной установки к той или иной категории по взрывопожарной и пожарной опасности
АЕх повышенная взрыво- пожароопасность	Установка относится к категории АЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются): <ul style="list-style-type: none"> горючие газы; легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С; вещества и (или) материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом, — при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки.
ВЕх взрыво- пожароопасность	Установка относится к категории ВЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются): <ul style="list-style-type: none"> горючие пыли и (или) волокна; легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С; горючие жидкости, - при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании пыле- и (или) паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки.
СЕх пожароопасность	Установка относится к категории СЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются): <ul style="list-style-type: none"> горючие и (или) трудногорючие жидкости; твёрдые горючие и (или) трудногорючие вещества и (или) материалы (в том числе пыли и (или) волокна); вещества и (или) материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом, и при этом не выполняются критерии, позволяющие отнести установку к категории АЕх или ВЕх, — при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ и (или) материалов превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки.
ДЕх умеренная пожароопасность	Установка относится к категории ДЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются): <ul style="list-style-type: none"> негорючие вещества и (или) материалы в горячем, раскалённом и (или) расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и (или) пламени; горючие газы, жидкости и (или) твёрдые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
ЕЕх пониженная пожароопасность	Установка относится к категории ЕЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) преимущественно негорючие вещества и (или) материалы в холодном состоянии, и если по вышеуказанным критериям установка не может быть отнесена к категориям АЕх, ВЕх, СЕх или ДЕх.

7.2 Определение категорий наружных установок следует осуществлять путем последовательной проверки их принадлежности к категориям, приведённым в таблице 2, начиная с наиболее опасной (АЕх) к наименее опасной (ЕЕх).

7.3 В случае, если из-за отсутствия данных невозможно оценить величину пожарного риска, допускается использовать вместо неё следующие критерии.

Для категорий АЕх и ВЕх:

- горизонтальный размер зоны, в пределах которой концентрация горючих газов или паров в воздухе превышает нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР), превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров);
- и (или) расчётное избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 5 кПа.

Для категории СЕх:

- интенсивность теплового излучения от очага пожара веществ и (или) материалов, указанных для категории СЕх, на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 4 кВт/м².

Горизонтальные размеры зон, в пределах которых концентрация горючих веществ превышает НКПР, определяются в соответствии с приложением С.

Интенсивность теплового излучения от очага пожара также определяется в соответствии с приложением С.

8 Оценка пожарного риска

8.1 Пожарный риск $P(a)$ (год⁻¹) в определённой точке территории (а), расположенной на расстоянии 30 м от наружной установки, определяется по следующей формуле:

$$P(a) = \sum_{j=1}^J Qdj(a)Qj \quad (1),$$

где,

J - число сценариев развития аварий, возможных на наружной установке;

Qdj (а) - условная вероятность поражения человека в определенной точке территории (а) в результате реализации J - того сценария развития аварии, отвечающего определенному иницирующему аварии событию;

Qj - частота реализации в течение года J - того сценария развития аварии, год⁻¹.

8.2 Сценарии развития пожароопасных аварийных ситуаций и аварий рассматриваются на основе построения логического дерева событий.

Количество возможных сценариев развития аварий определяется на основании анализа потенциальных аварийных ситуаций и аварий, которые могут возникнуть на наружной установке.

8.3 Условные вероятности поражения человека Qdj (а) определяют по значениям пробит-функций и на основе соотношений в соответствии с приложением Е.

Условную вероятность поражения человека Qdj (а) от совместного независимого воздействия несколькими опасными факторами в результате реализации J - того сценария развития аварии определяют по соотношению:

$$Qdj(a) = 1 - \prod_{k=1}^h (1 - Qk Qdjk(a)) \quad (2),$$

где,

h - число рассматриваемых опасных факторов пожара;

Qk - вероятность реализации k - того опасного фактора пожара;

Qdjk (а) - условная вероятность поражения k-тым опасным фактором пожара.

8.4 Частоты реализации сценариев развития аварий определяются по статистическим данным и (или) на основе методик, изложенных в нормативных документах.

Допускается использование расчетных данных по надежности технологического оборудования, учитывающих особенности конкретной наружной установки.

Приложение А (нормативное)

Методы определения категорий помещений А и В

А.1 Выбор и обоснование расчетного варианта

А.1.1 При расчёте критериев взрывопожарной опасности в качестве расчётного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной эксплуатации аппаратов, при котором в образовании горючих газо-, паро-, пылевоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, пыли — наиболее опасных по последствиям их сгорания.

В случае, если использование расчётных методов невозможно, допускается определение значений критериев взрывопожарной опасности на основании результатов соответствующих научно-исследовательских работ, согласованных в порядке, установленном для отступлений от требований нормативных документов по пожарной безопасности.

А.1.2 Количество поступивших в помещение веществ, способных образовать горючие газозоодушные, паровоздушные или пылевоздушные смеси, определяется на основании следующих предпосылок:

- а) происходит расчётная авария одного из аппаратов в соответствии с А.1.1;
- б) всё содержимое аппарата поступает в помещение;
- с) одновременно происходит утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, как по прямому, так и по обратному потокам, в течение времени, необходимого для их отключения.

Расчётное время отключения трубопроводов определяется в каждом конкретном случае с учётом реальной обстановки и должно быть минимальным — с учётом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и типа расчётной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

- а) времени срабатывания системы автоматического отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки — при условии, что вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование её элементов;
- б) 120 секунд — если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и резервирование её элементов не обеспечено;
- с) 300 секунд — при ручном отключении;
- д) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных), исходя из расчета, что 1 литр смесей и растворов, содержащих 70% и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м², а остальных жидкостей - на 1 м² пола помещения;
- е) происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежоокрашенных поверхностей;
- ф) длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

А.1.3 Количество пыли, которое может образовать пылевоздушную смесь, определяется из следующих предпосылок:

- а) расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);
- б) в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

А.1.4 Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно, равным 80% геометрического объема помещения.

A.2 Расчет избыточного давления для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

A.2.1 Избыточное давление ΔP для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F, определяется по формуле

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{CB} \rho_{г,п}} \cdot \frac{100}{C_{СТ}} \cdot \frac{1}{K_k}, \quad (A.1)$$

где,

P_{max} - максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовой смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным в соответствии с требованиями 4.3. При отсутствии данных допускается принимать P_{max} равным 900 кПа;

P_0 - начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

m - масса горючего газа (ГГ) или паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, вычисляемая для ГГ по формуле (А.6), а для паров ЛВЖ и ГЖ по формуле (А.11), кг;

Z - коэффициент участия горючих газов и паров в горении, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения согласно приложению Е. Допускается принимать значение Z по таблице А.1;

V_{CB} - свободный объем помещения, м³;

$\rho_{г,п}$ - плотность газа или пара при расчетной температуре t_p , кг·м⁻³, вычисляемая по формуле

$$\rho_{г,п} = \frac{M}{V_0(1+0,00367 t_p)}, \quad (A.2)$$

где,

M - молярная масса, м³·кмоль⁻¹;

V_0 - мольный объем, равный 22,413 м³·кмоль⁻¹;

t_p - расчетная температура, °С.

В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры t_p по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61 °С;

$C_{СТ}$ - стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (объемных), вычисляемая по формуле:

$$C_{СТ} = \frac{100}{1+4,84\beta}, \quad (A.3)$$

где,

$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}$ - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания;

n_C, n_H, n_O, n_X - число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего;

K_k - коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать K_k равным трем.

Таблица А.1 - Значение коэффициента Z участия горючих газов и паров в горении

Вид горючего вещества	Значение Z
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

А.2.2 Расчет ΔP для индивидуальных веществ, кроме упомянутых в А.2.1, а также для смесей может быть выполнен по формуле:

$$\Delta P = \frac{mH_T P_0 Z}{V_{CB} \rho_B C_P T_0} \cdot \frac{1}{K_K}, \quad (A.4)$$

где,

H_T - теплота сгорания, Дж·кг⁻¹;

ρ_B - плотность воздуха при начальной температуре T_0 , кг·м⁻³;

C_p - теплоемкость воздуха, Дж·кг⁻¹·К⁻¹ (допускается принимать равной $1,01 \cdot 10^3$, Дж·кг⁻¹·К⁻¹);

T_0 - начальная температура воздуха, К.

А.2.3 В случае обращения в помещении горючих газов, легковоспламеняющихся или горючих жидкостей при определении массы m , входящей в формулы (А.1) и (А.4), допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

Допускается учитывать постоянно работающую общеобменную вентиляцию, обеспечивающую концентрацию горючих газов и паров в помещении, не превышающую предельно допустимую взрывобезопасную концентрацию, рассчитанную для аварийной вентиляции. Указанная общеобменная вентиляция должна быть оборудована резервными вентиляторами, включающимися автоматически при остановке основных. Электроснабжение указанной вентиляции должно осуществляться не ниже чем по первой категории надежности по ПУЭ. При этом массу m горючих газов или паров легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, нагретых до температуры вспышки и выше, поступивших в объем помещения, следует разделить на коэффициент K , определяемый по формуле

$$K = AT + 1, \quad (A.5),$$

где,

A - кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, с⁻¹;

T - продолжительность поступления горючих газов и паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в объем помещения, с (принимается по А.1.2).

А.2.4 Масса m , кг, поступившего в помещение при расчетной аварии газа определяется по формуле:

$$m = (V_a + V_T) P_{Г}, \quad (A.6),$$

где,

V_a - объем газа, вышедшего из аппарата, м³;

V_T - объем газа, вышедшего из трубопроводов, м³.

При этом

$$V_a = 0,01 \cdot P_1 V, \quad (A.7),$$

где,

P_1 - давление в аппарате, кПа;
 V - объем аппарата, м³;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad (A.8),$$

где,

V_{1T} - объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м³;
 V_{2T} - объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м³;

$$V_{1T} = qT, \quad (A.9)$$

где,

q - расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т.д, м³·с⁻¹;
 T - время, определяемое по А.1.2, с;

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n), \quad (A.10)$$

где,

P_2 - максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;
 $r_{1,2} \dots n$ - внутренний радиус трубопроводов, м;
 $L_{1,2} \dots n$ - длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

A.2.5 Масса паров жидкости m , поступивших в помещение при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свеженанесенным составом, открытые емкости и т.п.), определяется из выражения:

$$m = m_p + m_{eMK} + m_{CB.окр}, \quad (A.11)$$

где,

m_p - масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;
 m_{eMK} - масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;
 $m_{CB.окр}$ - масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг.

При этом каждое из слагаемых в формуле (A.11) определяется по формуле

$$m = W F_k T, \quad (A.12)$$

где,

W - интенсивность испарения, кг·с⁻¹·м⁻²;
 F_k - площадь испарения, м², определяемая в соответствии с А.1.2 в зависимости от массы жидкости m_n , вышедшей в помещение.

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена в формуле (A.11) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работ.

A.2.6 Массу m_n , кг, вышедшей в помещение жидкости, определяют в соответствии с А.1.2.

A.2.7 Интенсивность испарения W определяется по справочным и экспериментальным данным. Для ненагретых выше расчетной температуры (окружающей среды) ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать W по формуле:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_K , \quad (\text{A.13})$$

где

η коэффициент, принимаемый по таблице А.2 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;
 P_H - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости t_p , определяемое по справочным данным, кПа.

Таблица А.2 - Значение коэффициента η в зависимости от скорости и температуры воздушного потока

Скорость воздушного потока в помещении, м·с ⁻¹	Значение коэффициента η при температуре t , °С, воздуха в помещении				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

A.2.8 Масса паров m , кг, при испарении жидкости, нагретой выше расчетной температуры, но не выше температуры кипения жидкости, определяется по соотношению:

$$m = 0,02 \sqrt{M} \cdot P_K \frac{C_{ж} m_{п}}{L_{ксп}} , \quad (\text{A.14})$$

где,

$C_{ж}$ - удельная теплоемкость жидкости при начальной температуре испарения, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;
 $L_{исп}$ - удельная теплота испарения жидкости при начальной температуре испарения, определяемая по справочным данным, Дж·кг⁻¹.

При отсутствии справочных данных допускается рассчитывать $L_{исп}$ по формуле:

$$L_{ксп} = \frac{19,173 \cdot 10^3 B T_a^2}{(T_a + C_a - 273,2)^2 \cdot M} , \quad (\text{A.15})$$

где,

B, C_a - константы уравнения Антуана, определяемые по справочным данным для давления насыщенных паров, измеряемого в кПа;
 T_a - начальная температура нагретой жидкости, К;
 M - молярная масса жидкости, кг·кмоль⁻¹.

Формулы (А.14) и (А.15) справедливы для жидкостей, нагретых от температуры вспышки и выше при условии, что температура вспышки жидкости превышает значение расчетной температуры.

А.3 Расчет избыточного давления взрыва для горючих пылей

A.3.1 Расчет избыточного давления ΔP , кПа, производится по формуле (А.4), где коэффициент Z участия взвешенной пыли в горении рассчитывают по формуле

$$Z = 0,5 F , \quad (\text{A.16})$$

где,

F - массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого взрыв становится неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для оценки величины F допускается принимать $F = 1$.

A.3.2 Расчетную массу взвешенной в объеме помещения пыли m , кг, образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяют по формуле:

$$m = \min \left\{ m_{вз} + m_{ав}, \rho_{СТ} V_{ав} / Z \right\}, \quad (A.17)$$

где,

$m_{вз}$ - расчетная масса взвехившейся пыли, кг;

$m_{ав}$ - расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг;

$\rho_{СТ}$ - стехиометрическая концентрация горючей пыли в взрыве, кг·м⁻³;

$V_{ав}$ - расчетный объем пылевоздушного облака, образованного при аварийной ситуации в объеме помещения, м³.

В отсутствие возможности получения сведений для расчета $V_{ав}$ допускается принимать

$$m = m_{вз} + m_{ав}, \quad (A.18)$$

A.3.3 Расчетную массу взвехившейся пыли $m_{вз}$ определяют по формуле

$$m_{вз} = K_{вз} m_{п}, \quad (A.19)$$

где,

$K_{вз}$ - доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспериментальных сведений о величине $K_{вз}$ допускается принимать $K_{вз} = 0,9$;

$m_{п}$ - масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

A.3.4 Расчетную массу пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, $m_{ав}$, определяют по формуле

$$m_{ав} = (m_{ап} + qT) K_{п}, \quad (A.20)$$

где,

$m_{ап}$ - масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата, кг;

q - производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения, кг·с⁻¹;

T - время отключения, определяемое по А.1.2 (в), с;

$K_{п}$ - коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение.

При отсутствии экспериментальных данных о величине $K_{п}$ допускается принимать:

- $K_{п} = 0,5$ - для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм;

- $K_{п} = 1,0$ - для пылей с дисперсностью менее 350 мкм.

Величину $m_{ап}$ принимают в соответствии с А.1.1 и А.1.3.

A.3.5 Массу отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяют по формуле:

$$m_{п} = \frac{K_{г}}{K_{у}} (m_1 + m_2), \quad (A.21)$$

где,

k_r - доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

k_y - коэффициент эффективности пылеуборки. Принимают равным 0,6 при сухой и 0,7 - при влажной пылеуборке (ручной). При механизированной вакуумной пылеуборке для ровного пола k_y принимают равным 0,9; для пола с выбоинами (до 5% площади) - 0,7;

m_1 - масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;

m_2 - масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг.

Под труднодоступными для уборки площадями подразумевают такие поверхности в производственных помещениях, очистка которых осуществляется только при генеральных пылеуборках. Доступными для уборки местами являются поверхности, пыль с которых удаляется в процессе текущих пылеуборок (ежесменно, ежесуточно и т.п.).

A.3.6 Масса пыли $m_i (i = 1; 2)$, оседающей на различных поверхностях в помещении за междууборочный период, определяется по формуле

$$m_i = M_i(1 - \alpha)\beta_i, \quad (i = 1; 2), \quad (\text{A.22})$$

где,

$M_1 = \sum_j M_{1j}$ - масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между генеральными пылеуборками, кг;

M_{1j} - масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;

$M_2 = \sum_j M_{2j}$ - масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между текущими пылеуборками, кг;

M_{2j} - масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;

α - доля выделяющейся в объем помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами.

При отсутствии экспериментальных данных о величине α полагают $\alpha=0$;

β_1, β_2 - доля выделяющейся в объем помещения пыли, оседающей соответственно на труднодоступных и доступных для уборки поверхностях помещения ($\beta_1 + \beta_2 = 1$).

При отсутствии сведений о коэффициентах β_1 и β_2 допускается принимать $\beta_1 = 1, \beta_2 = 0$.

A.3.7 $M_i (i = 1; 2)$ могут быть также определены экспериментально (или по аналогии с действующими образцами производств) в период максимальной загрузки оборудования по формуле:

$$M_i = \sum_j (G_{ij} F_{ij}) T_i \quad (\text{A.23})$$

где,

$(G_{1j}, G_{2j}$ - интенсивность пылеотложений соответственно на труднодоступных $F_{1j}(\text{м}^2)$ и доступных $F_{2j}(\text{м}^2)$ площадях, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

T_1, T_2 - промежуток времени соответственно между генеральными и текущими пылеуборками, с.

A.4 Определение избыточного давления для смесей, содержащих горючие газы (пары) и пыли.

Расчетное избыточное давление ΔP для гибридных смесей, содержащих горючие газы (пары) и пыли, определяется по формуле

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2, \quad (\text{A.24})$$

где,

ΔP_1 - избыточное давление, вычисленное для горючего газа (пара) в соответствии с A.2.1 и A.2.2;

ΔP_2 - избыточное давление, вычисленное для горючей пыли в соответствии с A.3.1.

А.5 Определение избыточного давления для веществ и материалов, способных сгорать при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом с образованием волн давления.

Расчетное избыточное давление ΔP для веществ и материалов, способных сгорать при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, определяют по А.2.2, полагая $Z=1$ и принимая в качестве H_T энергию, выделяющуюся при взаимодействии (с учетом сгорания продуктов взаимодействия до конечных соединений), или экспериментально в натуральных испытаниях. В случае, когда определить величину ΔP не представляется возможным, следует принимать ее превышающей 5 кПа.

(Spațiu liber lăsat intenționat)

Приложение В
(нормативное)

Методы определения категорий помещений С1—С4

В.1. Определение категорий помещений С1—С4 осуществляется путём сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее - пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведённой в таблице В.1.

Таблица В.1 — Удельная пожарная нагрузка и способы размещения для категорий С1—С4

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж/м ²	Способ размещения
С1	Более 2200	Не нормируется
С2	1401–2200	В соответствии с В.2
С3	181–1400	В соответствии с В.2
С4	1–180	На любом участке пола помещения, площадь каждого из участков пожарной нагрузки — не более 10 м ² . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно В.2

В.2. При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смеси) легковоспламеняющихся, горючих, трудногорючих жидкостей, твёрдых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка Q , МДж, определяется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{in}^P \quad (\text{В.1})$$

где,

G_i - количество i -го материала пожарной нагрузки, кг;
 Q_{in}^P - низшая теплота сгорания i -го материала, МДж/кг.

Удельная пожарная нагрузка g , МДж/м², определяется из соотношения:

$$g = \frac{Q}{S} \quad (\text{В.2})$$

где,

S — площадь размещения пожарной нагрузки, м² (но не менее 10 м²).

В помещениях категорий С1—С4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведённых в таблице В.1. В помещениях категории С4 расстояния между этими участками должны быть больше предельных. В таблице В.2 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний l_{lim} в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков q_{cr} , кВт/м², для пожарной нагрузки из твёрдых горючих и трудногорючих материалов. Значения l_{lim} , приведённые в таблице В.2, рекомендуются при условии, если $H > 11$ м; если $H < 11$ м, то предельное расстояние определяется как:

$$l = l_{lim} + (11 - H),$$

где,

l_{lim} – определяется из таблицы В.2;
 H – минимальное расстояние от пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

Таблица В.2 — Значения предельных расстояний l_{lim} в зависимости от критической плотности падающих лучистых потоков q_{cr} .

q_{cr} , кВт/м ²	5	10	15	20	25	30	40	50
l_{lim} , м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Значения q_{cr} для некоторых материалов пожарной нагрузки приведены в таблице В.3.

Таблица В.3 — Значения q_{cr} для некоторых материалов пожарной нагрузки

Материал	q_{cr} , кВт/м ²
Древесина (сосна, влажность 12 %)	13,9
Древесно-стружечные плиты (плотность 417 кг/м ³)	8,3
Торф брикетный	13,2
Торф кусковой	9,8
Хлопок-волокно	7,5
Слоистый пластик	15,4
Стеклопластик	15,3
Пергамин	17,4
Резина	14,8
Уголь	35,0
Рулонная кровля	17,4
Сено, солома (при минимальной влажности до 8 %)	7,0

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то q_{cr} определяется по материалу с минимальным значением q_{cr} .

Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями q_{cr} предельные расстояния принимаются: $l_{lim} \geq 12$ м.

Для пожарной нагрузки, состоящей из **легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ)** или **горючих жидкостей (ГЖ)**, расстояние l_{lim} между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки допускается рассчитывать по формулам:

$$l_{lim} \geq 15 \text{ м, при } H > 11 \text{ м} \quad (\text{В.3})$$

$$l_{lim} \geq 26 - H, \text{ при } H < 11 \text{ м} \quad (\text{В.4})$$

Если при определении категорий **С2** или **С3** значение пожарной нагрузки Q , определённое по формуле (В.2), удовлетворяет неравенству:

$$Q \geq 0,64 \cdot g_T \cdot H^2 \quad (\text{В.5})$$

то помещение относится к категориям **С1** или **С2** соответственно.

здесь,

- $g_T = 2200$ МДж/м², при $1401 \leq g \leq 2200$ МДж/м²;
- $g_T = 1400$ МДж/м², при $181 \leq g \leq 1400$ МДж/м²;
- $g_T = 180$ МДж/м², при $0 < g \leq 180$ МДж/м².

Приложение С (нормативное)

Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок

С.1 Методы расчета критериев пожарной опасности для горючих газов и паров

С.1.1 При невозможности расчета пожарного риска выбор расчетного варианта следует осуществлять с учетом годовой частоты реализации и последствий тех или иных аварий. В качестве расчетного для вычисления критериев пожарной опасности наружных установок, в которых находятся (обращаются) горючие газы, пары, следует принимать вариант аварии, для которого произведение годовой частоты реализации этого варианта Q_w и расчетного избыточного давления ΔP при сгорании газо-паровоздушных смесей в случае реализации указанного варианта максимально, то есть:

$$G = Q_w \Delta P = \max \quad , \quad (C.1)$$

Расчет величины G производится в следующей последовательности:

- a) рассматриваются различные варианты аварий и из статистических данных или на основе годовой частоты аварий со сгоранием газо-, паровоздушных смесей определяются Q_{wi} для этих вариантов;
- b) для каждого из рассматриваемых вариантов определяются по изложенной ниже методике значения расчетного избыточного давления ΔP_i ;
- c) вычисляются величины $G_i = Q_{wi} \Delta P_i$ для каждого из рассматриваемых вариантов аварии, среди которых выбирается вариант с наибольшим значением G_i ;
- d) в качестве расчетного для определения критериев пожарной опасности принимается вариант, в котором величина G_i максимальна. При этом количество горючих газов, паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается, исходя из рассматриваемого сценария аварии с учетом С.1.3-С.1.9.

С.1.2 При невозможности реализации метода по С.1.1 в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газо-, паровоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей. В этом случае количество газов, паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается в соответствии с С.1.3-С.1.9.

В случае, если использование расчетных методов не представляется возможным, допускается определение значений критериев пожарной опасности на основании результатов соответствующих научно-исследовательских работ, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

С.1.3 Количество поступивших веществ, которые могут образовывать горючие газозвоздушные, паровоздушные смеси определяется, исходя из следующих предпосылок:

- a) происходит расчетная авария одного из аппаратов согласно С.1.1 или С.1.2 (в зависимости от того, какой из подходов к определению расчетного варианта аварии принят за основу);
- b) все содержимое аппарата поступает в окружающее пространство;
- c) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потоку в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчетное время отключения трубопроводов определяется в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки, и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

- времени срабатывания систем автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов (но не более 120 с);
- 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;
- 300 с при ручном отключении;

d) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на горизонтальную поверхность определяется (при отсутствии справочных или иных экспериментальных данных), исходя из расчета, что 1 литр смесей и растворов, содержащих 70% и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,10 м², а остальных жидкостей - на 0,15 м²;

е) происходит также испарение жидкостей из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей;

ф) длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

С.1.4 Масса газа m , кг, поступившего в окружающее пространство при расчетной аварии, определяется по формуле

$$m = (V_a + V_T)\rho_g \quad (C.2)$$

где,

V_a - объем газа, вышедшего из аппарата, м³;

V_T - объем газа, вышедшего из трубопровода, м³;

ρ_g - плотность газа, кг·м⁻³.

при этом:

$$V_a = 0,01 \cdot P_1 V \quad (C.3)$$

где,

P_1 - давление в аппарате, кПа;

V - объем аппарата, м³;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T} \quad (C.4),$$

где,

V_{1T} - объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м³;

V_{2T} - объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м³;

$$V_{1T} = qT \quad (C.5),$$

где,

q - расход газа, определяемый по технологическому регламенту в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т.д., м³·с⁻¹;

T - время, определяемое по С.1.3, с;

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n) \quad (C.6)$$

где,

P_2 - максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;

r - внутренний радиус трубопроводов, м;

L - длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

С.1.5 Масса паров жидкости m , кг, поступивших в окружающее пространство при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свеженанесенным составом, открытые емкости и т.п.), определяется из выражения

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{пер}} \quad (C.7)$$

где,

m_p - масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг; $m_{емк}$ - масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;

$m_{св.окр}$ - масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг;

$m_{пер}$ - масса жидкости, испарившейся в окружающее пространство в случае ее перегрева, кг.

При этом каждое из слагаемых ($m_p, m_{емк}, m_{св.окр}$) в формуле (С.7) определяют из выражения

$$m = WF_K T \quad (C.8)$$

где,

W - интенсивность испарения, $кг \cdot с^{-1} \cdot м^{-2}$;

F_K - площадь испарения, $м^2$, определяемая в соответствии с С.1.3 в зависимости от массы жидкости $m_{п}$, вышедшей в окружающее пространство;

T - продолжительность поступления паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в окружающее пространство согласно С.1.3, с.

Величину $m_{пер}$ определяют по формуле (при $T_a > T_{кип}$)

$$m_{пер} = \min \left[0,8m_{п}; \frac{2C_p(T_a - T_{кип})}{L_{ксп}} m_{п} \right] \quad (C.9)$$

где,

$m_{п}$ - масса вышедшей перегретой жидкости, кг;

C_p - удельная теплоемкость жидкости при температуре перегрева жидкости T_a , $Дж \cdot кг^{-1} \cdot К^{-1}$;

T_a - температура перегретой жидкости в соответствии с технологическим регламентом в технологическом аппарате или оборудовании, К;

$T_{кип}$ - нормальная температура кипения жидкости, К;

$L_{ксп}$ - удельная теплота испарения жидкости при температуре перегрева жидкости T_a , $Дж \cdot кг^{-1}$.

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена в формуле (С.7) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работы.

С.1.6 Масса $m_{п}$ вышедшей жидкости, кг, определяют в соответствии с С.1.3.

С.1.7 Интенсивность испарения W определяется по справочным и экспериментальным данным. Для ненагретых выше расчетной температуры (окружающей среды) ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать W по формуле

$$W = 10^{-6} \sqrt{M} \cdot P_K \quad (C.10)$$

где,

M - молярная масса, $кг \cdot кмоль^{-1}$;

P_K - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, определяемое по справочным данным, $кПа$.

С.1.8 Масса паров жидкости, нагретой выше расчетной температуры, но не выше температуры кипения жидкости, определяется в соответствии с А.2.8 (приложение А).

С.1.9 Для сжиженных углеводородных газов (СУГ) при отсутствии данных допускается рассчитывать удельную массу испарившегося СУГ $m_{суг}$ из пролива, $кг \cdot м^{-2}$, по формуле

$$m_{суг} = \frac{M}{L_{исп}} (T_0 - T_{ж}) \cdot \left(2\lambda_{ТВ} \sqrt{\frac{t}{\pi a}} + \frac{5,1 \cdot \sqrt{Re \cdot \lambda_{BT}}}{d} \right), \quad (C.11)$$

где,

M - молярная масса СУГ, кг·моль⁻¹;

$L_{исп}$ - молярная теплота испарения СУГ при начальной температуре СУГ $T_{ж}$, Дж·моль⁻¹;

T_0 - начальная температура материала, на поверхность которого разливается СУГ, К;

$T_{ж}$ - начальная температура СУГ, К;

$\lambda_{ТВ}$ - коэффициент теплопроводности материала, на поверхность которого разливается СУГ, Вт·м⁻¹·К⁻¹;

$a = \frac{\lambda_{ТВ}}{C_{ТВ}\rho_{ТВ}}$ - коэффициент температуропроводности материала, на поверхность которого разливается СУГ, м²·с⁻¹;

$C_{ТВ}$ - теплоемкость материала, на поверхность которого разливается СУГ, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;

$\rho_{ТВ}$ - плотность материала, на поверхность которого разливается СУГ, кг·м⁻³;

t - текущее время, с, принимаемое равным времени полного испарения СУГ, но не более 3600 с;

$Re = \frac{Ud}{\nu_B}$ число Рейнольдса;

U - скорость воздушного потока, м·с⁻¹;

$d = \sqrt{\frac{AF_K}{\pi}}$ характерный размер пролива СУГ, м;

ν_B - кинематическая вязкость воздуха, м²·с⁻¹;

λ_B - коэффициент теплопроводности воздуха, Вт·м⁻¹·К⁻¹.

Формула (С.11) справедлива для СУГ с температурой $T_{ж} \leq T_{кип}$. При температуре СУГ $T_{ж} > T_{кип}$ дополнительно рассчитывается масса перегретых СУГ $m_{пер}$ по формуле (В.9).

С.2 Метод расчета максимальных размеров взрывоопасных зон, ограниченных нижним концентрационным пределом распространения пламени газов и паров жидкостей, размеров зон поражения при реализации пожара — вспышки

С.2.1 Радиус $R_{НКПР}$ (м) и высота $Z_{НКПР}$ (м) зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (далее — НКПР), при неподвижной воздушной среде определяется по формулам:
для горючих газов (далее — ГГ)

$$R_{НКПР} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{Г}}{\rho_{Г} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (B.12)$$

$$Z_{НКПР} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{Г}}{\rho_{Г} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (B.13)$$

-для паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ):

$$R_{НКПР} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{П}}{\rho_{П} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (B.14)$$

$$Z_{НКПР} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{П}}{\rho_{П} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (B.15)$$

где,

$m_{Г}$ - масса ГГ, поступившего в открытое пространство при пожароопасной ситуации, кг

$\rho_{Г}$ - плотность ГГ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг·м⁻³

$m_{П}$ - масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время испарения, кг;

$\rho_{П}$ - плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре, кг/л;

$C_{НКПР}$ - нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ или паров, % об.

За начало отсчета горизонтального размера зоны принимают геометрический центр пролива, а в случае, если $R_{НКПР}$ меньше габаритных размеров пролива, — внешние габаритные размеры пролива.

При необходимости может быть учтено влияние различных метеорологических условий на размеры взрывоопасных зон.

С.2.2 В случае образования паровоздушной смеси в не загроможденном технологическим оборудованием пространстве и его зажигании относительно слабым источником (например, искрой) сгорание этой смеси происходит, как правило, с небольшими видимыми скоростями пламени. При этом амплитуды волны давления малы и могут не приниматься во внимание при оценке поражающего воздействия. В этом случае реализуется так называемый пожар-вспышка, при котором зона поражения высокотемпературными продуктами сгорания паровоздушной смеси практически совпадает с максимальным размером облака продуктов сгорания (т. е. поражаются в основном объекты, попадающие в это облако). Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания паровоздушного облака при пожаре-вспышке R_F определяется формулой:

$$R_F = 1,2 \cdot R_{НКПР} \quad (C.16)$$

где,

$R_{НКПР}$ - горизонтальный размер взрывоопасной зоны, определяемый по формуле С.14 настоящего приложения.

С.3 Метод расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

С.3.1 Интенсивность теплового излучения q ($\text{кВт}/\text{м}^2$) для пожара пролива легковоспламеняющихся (ЛВЖ), горючих жидкостей (ГЖ), сжиженного природного газа (СПГ) сжиженного углеводородного газа (СУГ) определяется по формуле:

$$q = E_f F_q T \quad (C.17)$$

где,

E_f - среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$;

F_q - угловой коэффициент облученности;

T - коэффициент пропускания атмосферы.

Значение E_f принимается на основе имеющихся экспериментальных данных или по таблице С.3.

Таблица С.3 - Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени в зависимости от диаметра очага и удельная массовая скорость выгорания для некоторых жидких углеводородных топлив

Углеводороды	$E_f, \text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$					$M, \text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
	10	20	30	40	50	
СПГ (метан)	220	180	150	130	120	0,08
СУГ (пропан-бутан)	80	63	50	43	40	0,10
Бензин	60	47	35	28	25	0,06
Дизельное топливо	40	32	25	21	18	0,04

ПРИМЕЧАНИЕ - Для диаметров очага менее 10 м или более 50 м следует принимать E_f такой же, как и для очагов диаметром 10 м и 50 м соответственно.

При отсутствии данных для нефти и нефтепродуктов допускается величину E_f ($\text{кВт}/\text{м}^2$) определять по формуле:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12d}), \quad (C.18)$$

где,

d — эффективный диаметр пролива, м.

e — основание натурального логарифма, равное 2,7.

При отсутствии данных для однокомпонентных жидкостей допускается величину E_f ($\text{кВт}/\text{м}^2$) определять по формуле:

$$E_f = \frac{0,4 \cdot m' \cdot H_{cr}}{\left(1 + 4 \cdot \frac{L}{d}\right)}, \quad (C.19)$$

где,

t' — удельная массовая скорость выгорания, кг/(м² · с);

H_{cr} — удельная теплота сгорания, кДж/кг;

L — длина пламени, м.

При отсутствии данных для однокомпонентных жидкостей допускается величину t' , кг/(м² · с), определять по формуле

$$m' = \frac{0,001 \cdot H_{cr}}{L_g + C_p(T_b - T_a)}, \quad (C.20)$$

где,

L_g — удельная теплота испарения жидкости, кДж/кг;

C_p — удельная теплоемкость жидкости, кДж/(кг · К);

T_b — температура кипения жидкости при атмосферном давлении, К;

T_a — температура окружающей среды, К.

Для многокомпонентных смесей жидкостей допускается определение значений E_f и t' по компонентам, для которых величины E_f и t' максимальны.

С.3.2 Угловой коэффициент облученности F_q определяется по формуле:

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_H^2}, \quad (C.21)$$

где,

F_v , F_H - факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок, соответственно, определяемые для площадок, расположенных в 90° секторе в направлении наклона пламени, по следующим формулам:

$$F_v = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \begin{array}{l} -E \cdot \arctg D + E \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1+a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \arctg \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} x \\ x \left[\arctg \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctg \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \end{array} \right\} \quad (C.22)$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \arctg \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \left[\arctg \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \arctg \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \\ - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot (b+1) \cdot a \cdot \sin \theta}{A \cdot B} \right] \cdot \arctg \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \end{array} \right\}, \quad (C.23)$$

$$a = \frac{2 \cdot L}{d}, \quad (C.24)$$

$$b = \frac{2 \cdot X}{d}, \quad (C.25)$$

$$A = \sqrt{(a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot a \cdot (b+1) \cdot \sin \theta)}, \quad (C.26)$$

$$B = \sqrt{(a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot a \cdot (b+1) \cdot \sin \theta)}, \quad (C.27)$$

$$C = \sqrt{(1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta)}, \quad (C.28)$$

$$D = \sqrt{\left(\frac{b-1}{b+1} \right)}, \quad (C.29)$$

$$E = \frac{a \cdot \cos \theta}{b - a \cdot \sin \theta}, \quad (C.30)$$

$$F = \sqrt{(b^2 - 1)}, \quad (C.31)$$

где,

X — расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, м;

d — эффективный диаметр пролива, м;

L — длина пламени, м;

θ — угол отклонения пламени от вертикали под действием ветра.

Для площадок, расположенных вне указанного сектора, а также в случаях отсутствия ветра факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок рассчитываются по формулам С.22 — С.31 и С.34, принимая $\theta = 0$.

Эффективный диаметр пролива d (м) рассчитывается по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}, \quad (\text{C.32})$$

где,

F - площадь пролива, м².

Длина пламени L (м) определяется по формулам:

при $i, > 1$

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{P_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u^{0,21}, \quad (\text{C.33})$$

при $i, < 1$

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{P_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61}, \quad (\text{C.34})$$

где:

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{P_n}}}, \quad (\text{C.35})$$

где,

t' — удельная массовая скорость выгорания топлива, кг/ (м² • с);

ρ_a — плотность окружающего воздуха, кг/м³;

ρ_n — плотность насыщенных паров топлива при температуре кипения, кг/м³;

w_0 — скорость ветра, м/с;

g — ускорение свободного падения (9,81 м/с²).

Угол отклонения пламени от вертикали под действием ветра θ рассчитывается по формуле:

$$\cos \theta = \begin{cases} 1, & \text{при } u_* < 1 \\ u_*^{-0,5}, & \text{при } u_* \geq 1 \end{cases} \quad (\text{C.35.1})$$

Коэффициент пропускания атмосферы для пожара пролива определяется по формуле:

$$T = \exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)], \quad (\text{C.36})$$

С.3.4 В таблице С.3.1 представлены типичные значения предельно допустимой интенсивности теплового излучения для различных степеней поражения человека и материалов.

Таблица С.3.1 - Типичные предельно допустимые значения интенсивности теплового излучения для различных степеней поражения человека и повреждения материалов

Степень поражения	Типичные предельно допустимые значения интенсивности теплового излучения, кВт/м ²
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2
Непереносимая боль через 20—30 с Ожог 1-й степени через 15—20 с Ожог 2-й степени через 30—40 с Воспламенение хлопка-волокна через 15 мин	7,0
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганной поверхности; воспламенение фанеры	17,0
Непереносимая боль через 3—5 с Ожог 1-й степени через 6—8 с Ожог 2-й степени через 12—16 с	10,5
Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12 %) при длительности облучения 15 мин	12,9
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганной поверхности; воспламенение фанеры	17,0

С.4 Метод расчета интенсивности теплового излучения и времени существования огненного шара

С 4.1 Интенсивность теплового излучения q (кВт/м²) для огненного шара определяется по формуле С.37.

С 4.2 Величина E_i определяется на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать равной 350 кВт/м².

С 4.3 Значение F_q определяется по формуле:

$$F_q = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)} \quad (\text{С.37})$$

где,

H — высота центра огненного шара, м;

D_s — эффективный диаметр огненного шара, м;

r — расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром огненного шара, м.

С 4.4 Эффективный диаметр огненного шара D_s (м) определяется по формуле:

$$D_s = 6,48 \cdot m^{0,325}, \quad (\text{С. 38})$$

где,

m — масса продукта, поступившего в окружающее пространство, кг.

С 4.5 Величину H допускается принимать равной D_s .

Время существования огненного шара t_s (с) определяется по формуле:

$$t_s = 0,852 \cdot m^{0,26}, \quad (\text{С.39})$$

С 4.6 Коэффициент пропускания атмосферы T для огненного шара рассчитывается по формуле:

$$T = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-7} \cdot \sqrt{r^2 + H^2 - \frac{D_s}{2}} \right], \quad (\text{С.40})$$

С 4.7 В таблице С.4 представлены типичные значения предельно допустимых доз теплового излучения при воздействии огненного шара на человека.

Таблица С.4 — Типичные значения предельно допустимых доз теплового излучения при воздействии огненного шара на человека.

Степень поражения	Доза теплового излучения, Дж/м ²
Ожог 1-й степени	$1,2 \cdot 10^5$
Ожог 2-й степени	$2,2 \cdot 10^5$
Ожог 3-й степени	$3,2 \cdot 10^5$

ПРИМЕЧАНИЕ — Дозу теплового излучения Q , Дж/м², рассчитывают по формуле:

$$Q = q t_s$$

где,
 q — интенсивность теплового излучения огненного шара, Вт/м²;
 t_s — время существования огненного шара, с.
 q и t_s вычисляются в соответствии с настоящим приложением.

С.5 Метод расчета параметров волны давления при сгорании газо-, паро- и пылевоздушных смесей в открытом пространстве

С 5.1 Методика количественной оценки параметров воздушных волн давления при сгорании газопаро и пылевоздушных смесей.

Методика распространяется на случаи выброса горючих газов, паров или пыли в атмосферу на производственных объектах.

Основными структурными элементами алгоритма расчетов являются:

- определение ожидаемого режима сгорания облака;
- расчет максимального избыточного давления и импульса фазы сжатия воздушных волн давления для различных режимов;
- определение дополнительных характеристик взрывной нагрузки;
- оценка поражающего воздействия.

Исходными данными для расчета параметров волн давления при сгорании облака являются:

- вид горючего вещества, содержащегося в облаке;
- концентрация горючего вещества в смеси C_r ;
- стехиометрическая концентрация горючего вещества с воздухом C_{cr} ;
- масса горючего вещества, содержащегося в облаке M_T , с концентрацией между нижним и верхним концентрационным пределом распространения пламени. Допускается величину M_T принимать равной массе горючего вещества, содержащегося в облаке, с учетом коэффициента Z участия горючего вещества во взрыве. При отсутствии данных коэффициент Z может быть принят равным 0,1;
- удельная теплота сгорания горючего вещества $E_{уд}$;
- скорость звука в воздухе C_0 (обычно принимается равной 340 м/с);
- информация о степени загроможденности окружающего пространства;
- эффективный энергозапас горючей смеси E , который определяется по формуле:

$$E = \begin{cases} M_T \cdot E_{уд}, & C_r \leq C_{cr} \\ M_T \cdot E_{уд} \cdot \frac{C_{cr}}{C_r}, & C_r > C_{cr} \end{cases} \quad (С. 41)$$

При расчете параметров сгорания облака, расположенного на поверхности земли, величина эффективного энергозапаса удваивается.

С 5.2 Определение ожидаемого режима сгорания облака

Ожидаемый режим сгорания облака зависит от типа горючего вещества и степени загроможденности окружающего пространства.

С 5.3 Классификация горючих веществ по степени чувствительности

Вещества, способные к образованию горючих смесей с воздухом, по степени своей чувствительности к возбуждению взрывных процессов разделены на четыре класса:

- а) класс 1 - особо чувствительные вещества (размер детонационной ячейки менее 2 см);
- б) класс 2 - чувствительные вещества (размер детонационной ячейки лежит в пределах от 2 до 10 см);
- в) класс 3 - средне чувствительные вещества (размер детонационной ячейки лежит в пределах от 10 до 40 см);
- г) класс 4 - слабо чувствительные вещества (размер детонационной ячейки больше 40 см).

Классификация наиболее распространенных в промышленном производстве горючих веществ приведена в таблице С5. В случае, если вещество не внесено в классификацию, его следует классифицировать по аналогии с имеющимися в списке веществами, а при отсутствии информации о свойствах данного вещества, его следует отнести к классу 1, т. е. рассматривать наиболее опасный случай.

Таблица С5

Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Ацетилен Винацетилен Водород Гидразин Изопропилнитрат Метилацетилен Нитрометан Окись пропилена Окись этилена Этилнитрат	Акрилонитрил Акролеин Бутан Бутилен Бутадиен 1,3-Пентадиен Пропан Пропилен Сероуглерод Этан Этилен Эфиры: диметилловый дивиниловый метилбутиловый Широкая фракция легких углеводов	Ацетальдегид Ацетон Бензин Винацетат Винилхлорид Гексан Изооктан Метиламин Метилацетат Метилбутилкетон Метилпропилкетон Метилэтил кетон Октан Пиридин Сероводород Спирты: метиловый этиловый пропиловый амиловый изобутиловый изопропиловый Циклогексан Этил формиат Этилхлорид	Бензол Декан о-Дихлорбензол Додекан Метан Метилбензол Метилмеркаптан Метилхлорид Окись углерода Этиленбензол

С 5.4 Теплота сгорания химических соединений при расчете полного запаса энерговыделения. При оценке масштабов поражения волнами давления должно учитываться различие химических соединений по теплоте сгорания, используемой для расчета полного запаса энерговыделения. Для типичных углеводов принимается в расчет значение удельной теплоты сгорания $E_{уд0} = 44$ МДж/кг. Для иных горючих веществ в расчетах используется удельное энерговыделение $E_{уд0} = \beta E_{уд0}$. Здесь β — корректировочный параметр. Для условно выделенных классов горючих веществ величины параметра β представлены в таблице С 5.1.

Таблица С 5.1

Классы горючих веществ	β
Класс 1	
Ацетилен	1,1
Метилацетилен	1,05
Винацетилен	1,03
Окись этилена	0,62

Классы горючих веществ	β
Гидразин	0,44
Изопропилнитрат	0,41
Этилнитрат	0,30
Водород	2,73
Нитрометан	0,25
Класс 2	
Этилен	1,07
Диэтилэфир	0,77
Дивинилэфир	0,77
Окись пропилена	0,7
Акролеин	0,62
Сероуглерод	0,32
Бутан	1
Бутилен	1
Бутадиен	1
1,3-Пентадиен	1
Этан	1
Диметилэфир	0,66
Диизопропиловый эфир	0,82
ШФЛУ	1
Пропилен	1
Пропан	1
Класс 3	
Винилхлорид	0,42
Кумол	0,84
Метиламин	0,70
Спирты:	
Метилловый	0,45
Этиловый	0,61
Пропиловый	0,69
Амиловый	0,79
Циклогексан	1
Ацетальдегид	0,56
Винилацетат	0,51
Бензин	1
Гексан	1
Изооктан	1
Пиридин	0,77
Циклопропан	0,89
Этиламин	
Класс 4	
Метан	1,14
Трихлорэтан	0,15
Метилхлорид	0,12
Бензол	1
Декан	1
Додекан	1
Метилбензол	1
Метилмеркаптан	0,53
Окись углерода	0,23
Дихлорэтан	0,24
Сероводород	0,34
Ацетон	0,65
Дихлорбензол	0,42
Трихлорэтан	0,14

С 5.5 Классификация окружающего пространства по степени загроможденности

Характером загроможденности окружающего пространства в значительной степени определяется скорость распространения пламени при сгорании облака и, следовательно, параметры волны давления. Характеристики загроможденности окружающего пространства разделяются на четыре класса:

класс I - наличие длинных труб, полостей, каверн, заполненных горючей смесью, при сгорании которой возможно ожидать формирование турбулентных струй продуктов сгорания, имеющих размеры не менее трех размеров детонационной ячейки данной смеси.

Если размер детонационной ячейки для данной смеси неизвестен, то минимальный характерный размер струй принимается равным 5 см для горючих веществ класса 1; 20 см — для горючих веществ класса 2; 50 см — для горючих веществ класса 3 и 150 см — для горючих веществ класса 4;

класс II - сильно загроможденное пространство: наличие полузамкнутых объемов, высокая плотность размещения технологического оборудования, лес, большое количество повторяющихся препятствий;

класс III - средне загроможденное пространство: отдельно стоящие технологические установки, резервуарный парк;

класс IV - слабо загроможденное и свободное пространство.

С 5.6 Классификация режимов сгорания облака

Для оценки воздействия сгорания облака возможные режимы сгорания разделяются на шесть классов по:

диапазонам скоростей их распространения следующим образом:

класс 1 - детонация или горение со скоростью фронта пламени 500 м/с и более;

класс 2 - дефлаграция, скорость фронта пламени от 300 до 500 м/с;

класс 3 - дефлаграция, скорость фронта пламени от 200 до 300 м/с;

класс 4 - дефлаграция, скорость фронта пламени от 150 до 200 м/с;

класс 5 - дефлаграция, скорость фронта пламени определяется по формуле:

$$u = k_1 \cdot M^{1/6}, \quad (C. 42)$$

где,

k_1 — константа, равная 43;

M — масса горючего вещества, содержащегося в облаке, кг;

класс 6 — дефлаграция, скорость фронта пламени определяется по формуле

$$u = k_2 \cdot M^{1/6}, \quad (C. 43)$$

где,

k_2 — константа, равная 26;

M — масса горючего вещества, содержащегося в облаке, кг;

С 5.7 Ожидаемый режим сгорания облака

Ожидаемый режим сгорания облака определяется с помощью таблицы С.5.2, в зависимости от класса горючего вещества и класса загроможденности окружающего пространства.

Таблица С.5.2

Класс горючего вещества	Класс загроможденности окружающего пространства			
	I	II	III	IV
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	4	5
4	3	4	5	6

При определении максимальной скорости фронта пламени для режимов сгорания 2 - 4 классов дополнительно рассчитывается видимая скорость фронта пламени по соотношению С. 42. В том случае, если полученная величина больше максимальной скорости, соответствующей данному классу, она принимается по формуле С. 43.

С 5.8 Расчет максимального избыточного давления и импульса фазы сжатия воздушных волн давления.

Параметры воздушных волн давления (избыточное давление ΔP и импульс фазы сжатия I^+) в зависимости от расстояния от центра облака рассчитываются исходя из ожидаемого режима сгорания облака.

Класс 1 режима сгорания облака

Рассчитывается соответствующее безразмерное расстояние по формуле:

$$R_x = - \frac{R}{\left(\frac{E}{P_0}\right)^{1/3}}, \quad (\text{С. 44})$$

где,

R — расстояние от центра облака, м;

P_0 — атмосферное давление, Па;

E — эффективный энергозапас смеси, Дж.

Величины безразмерного давления P_x и импульс фазы сжатия I_x определяются по формулам (для газо-, паро- и пылевоздушных смесей):

$$\ln (P_x) = - 1,124 - 1,66 \cdot (\ln (R_x) + 0,260 \cdot \ln (R_x))^2 \quad (\text{С. 45})$$

$$\ln (I_x) = - 3,4217 - 0,898 \cdot (\ln (R_x) - 0,0096 \cdot \ln (R_x))^2 \quad (\text{С. 46})$$

Формулы С.45, С.46 справедливы для значений R_x более 0,2. В случае, если R_x менее 0,2, то P_x равно 18, а в формулу С.46 вместо R_x подставляется величина $R_x = 0,14$.

Размерные величины избыточного давления и импульса фазы сжатия определяются по формулам:

$$\Delta P = P_x \cdot P_0, \quad (\text{С. 47})$$

$$I^+ = I_x \cdot P_0^{2/3} \cdot \frac{E^{1/3}}{c_0}, \quad (\text{С. 48})$$

С 5.8 Классы 2—6 режимов сгорания облака

Рассчитывается безразмерное расстояние R_x от центра облака по формуле В.44.

Рассчитываются величины безразмерного давления (P_{x1}) и импульса фазы сжатия I_{x1} по формулам:

$$P_{x1} = \left(\frac{u^2}{c_0^2}\right) \cdot \left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right) \cdot \left(\frac{0,83}{R_x} - \frac{0,14}{R_x^2}\right), \quad (\text{С. 49})$$

$$I_{x1} = W \cdot (1 - 0,4 \cdot W) \cdot \left(\frac{0,06}{R_x} + \frac{0,01}{R_x^2} - \frac{0,0025}{R_x^3}\right), \quad (\text{С. 50})$$

$$W = \frac{u}{c_0} \cdot \left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right), \quad (\text{С. 51})$$

где,

σ — степень расширения продуктов сгорания (для газо-, паровоздушных смесей допускается приниматься равным 7, для пылевоздушных смесей 4);

u — видимая скорость фронта пламени, м/с.

В случае дефлаграции пылевоздушного облака величина эффективного энергозапаса умножается на коэффициент $(\delta - 1)/\delta$.

Формулы С.49, С.50 справедливы для значений R_x больших величины $R_{кр1} = 0,34$; в случае, если $R_x < R_{кр1}$, в формулы С.49, С.50 вместо R_x подставляется величина $R_{кр1}$.

Размерные величины избыточного давления и импульса фазы сжатия определяются по формулам С.47, С.48. При этом в формулы С.47, С.48 вместо P_x и I_x подставляются величины P_{x1} и I_{x1} .

С.6 Метод расчета параметров волны давления при взрыве резервуара с перегретой жидкостью или сжиженным газом при воздействии на него очага пожара

При попадании замкнутого резервуара со сжиженным газом (СУГ) с легковоспламеняющейся (ЛВЖ) или горючей (ГЖ) жидкостью в очаг пожара может происходить нагрев содержимого резервуара до температуры, существенно превышающей нормальную температуру кипения, с соответствующим повышением давления. За счет нагрева несмоченных стенок сосуда снижаются прочностные характеристики материала, в результате чего при определенных условиях оказывается возможным разрыв резервуара с возникновением волн сжатия. Рассчитывают показатель δ , характеризующий возможность возникновения волн сжатия, по формуле:

$$\delta = \frac{c_p(T - T_{кип})}{L}, \quad (C.52)$$

где,

c_p - удельная теплоемкость жидкой фазы, Дж/кг К (допускается принимать равной 2000 Дж/кг К);
 T — температура жидкой фазы, соответствующая температуре насыщенного пара при давлении срабатывания предохранительного клапана, К;
 $T_{кип}$ — нормальная температура кипения вещества, К;
 L — удельная теплота испарения при нормальной температуре кипения $T_{кип}$, Дж/кг.

Если $\delta < 0,35$, возникновения волн сжатия не происходит. При $\delta > 0,35$ вероятность возникновения данного явления велика.

Избыточное давление ΔP и импульс I^+ в волне давления, образующиеся при взрыве резервуара с перегретой ЛВЖ, ГЖ или сжиженным углеводородным газом (далее — СУГ) в очаге пожара, определяются по формулам:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(0,8 \cdot \frac{m_{пр}^{0,33}}{r} + 3 \cdot \frac{m_{пр}^{0,66}}{r^2} + 5 \cdot \frac{m_{пр}}{r^3} \right), \quad (C.53)$$

$$I^+ = 123 \cdot \frac{m_{пр}^{0,66}}{r}, \quad (C.54)$$

$$m_{пр} = \left(\frac{E_{eff}}{4,52} \right) \cdot 10^{-6}, \quad (C.55)$$

$$E_{eff} = k \cdot c_p \cdot m \cdot (T - T_b), \quad (C.56)$$

где,

P_0 — атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);
 r - расстояние от центра резервуара до объекта, подвергающегося воздействию волн сжатия, м;
 $m_{пр}$ — приведенная масса, кг;
 E_{eff} — эффективная энергия взрыва;
 k — доля энергии волны давления (допускается принимать равной 0,5);
 m — масса ЛВЖ, ГЖ или СУГ, содержащаяся в резервуаре, кг;
 T_b — нормальная температура кипения, К.

При наличии в резервуаре предохранительного устройства (клапана или мембраны) величина T определяется по формуле:

$$T = \frac{B}{A - \lg P_{val}} - C_A + 273,15, \quad (C.57)$$

где,

P_{val} — давление срабатывания предохранительного устройства;
 A, B, C_A — константы уравнения зависимости давления насыщенных паров жидкости от температуры (константы Антуана), определяемые по справочной литературе. Единицы измерения P_{val} (кПа, мм рт. ст., атм) должны соответствовать используемым константам Антуана.

(Spațiu liber lăsat intenționat)

Приложение D
(нормативное)

Методика вычисления условной вероятности поражения человека

D.1 При оценке пожарного риска для наружной установки следует рассматривать следующие опасные факторы:

- избыточное давление и импульс волны давления при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей на открытом пространстве;
- тепловое излучение при пожарах проливов горючих жидкостей и пожарах твердых материалов, реализации "огненного шара", струйном горении;
- воздействие высокотемпературных продуктов сгорания газо- или паровоздушной смеси в открытом пространстве.

Если для рассматриваемой наружной установки невозможна реализация какого-либо из указанных выше опасных факторов, то этот фактор при оценке потенциального риска не учитывается.

Условную вероятность Q_dj (а) поражения человека при реализации j -того сценария развития аварии, как правило, вычисляют по значениям пробит-функции Pr . Взаимосвязь величины Pr и условной вероятности поражения устанавливается таблицей D.1, между реперными точками которой возможна линейная интерполяция.

Таблица D.1 - Значения условной вероятности поражения человека в зависимости от величины пробит-функции Pr

Условная вероятность поражения, %	Величина пробит-функции Pr									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
-	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

D.2 Условную вероятность поражения человека избыточным давлением при сгорании газо-, паро-, пылевоздушных смесей на расстоянии r от эпицентра определяют в следующей последовательности:

- вычисляют избыточное давление ΔP и импульс i по методам, приведенным в приложении C;
- исходя из значений ΔP и i , вычисляют величину пробит-функции Pr по формулам:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln(V), \tag{D.1}$$

$$V = \left(\frac{17500}{\Delta P}\right)^{8,4} + \left(\frac{290}{i}\right)^{9,3}, \tag{D.2}$$

где,

ΔP - избыточное давление, Па;
 i - импульс волны давления, Па·с.

С помощью таблицы D.1 определяют условную вероятность поражения человека. Например, при значении $Pr=2,95$ значение $Qdj(a)=2\%=0,02$, а при $Pr=8,09$ значение $Qdj(a)=99,9\%=0,999$.

D.3 Условную вероятность поражения человека тепловым излучением при пожаре пролива горючей жидкости, пожаре твердого материала или "огненном шаре" определяют в следующей последовательности:

а) рассчитывают величину Pr по формуле

$$Pr = -12,8 + 2,56 \ln(tq^{1,33}), \quad (D.3)$$

где,

t - эффективное время экспозиции, с;

q - интенсивность теплового излучения, кВт·м⁻², определяемая в соответствии с приложением В.

Величину t находят:

1) для пожаров проливов горючих жидкостей и пожаров твердых материалов

$$t = t_0 + \frac{x}{u}, \quad (D.4)$$

где,

t_0 - характерное время обнаружения пожара, с (допускается принимать $t = 5$ с);

x - расстояние от места расположения человека до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает 4 кВт·м⁻², м;

u - скорость движения человека, м·с⁻¹ (допускается принимать $u = 5$ м·с⁻¹);

2) для воздействия "огненного шара" величина t принимается в соответствии с приложением С.

б) с помощью таблицы С.1 определяют условную вероятность поражения человека тепловым излучением.

В случае, если радиус очага пожара при пожаре проливе, пожаре твердых материалов или реализации "огненного шара" больше или равен 30 м, условная вероятность поражения человека принимается равной 100%.

D.4. Условную вероятность поражения человека при струйном горении вычисляют следующим образом:

- определяют длину факела по методу в соответствии с приложением С;
- в случае, если $L_{\phi} \geq 30$ м, условная вероятность поражения принимается равной 6%;
- в случае, если $L_{\phi} < 30$ м, условная вероятность поражения принимается равной 0.

D.5. Условную вероятность поражения человека в результате воздействия высокотемпературных продуктов сгорания газо- или паровоздушной смеси при реализации пожара-вспышки вычисляют следующим образом:

- определяют радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания газо- или паровоздушной смеси в открытом пространстве по методу в соответствии с приложением С;
- в случае, если $R_F \geq 30$ м, условная вероятность поражения принимается равной 100%;
- в случае, если $R_F < 30$ м, условная вероятность поражения принимается равной 0.

Приложение Е
(информационное)

Расчетное определение коэффициента Z участия в горении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей

Е.1 Приведенные в приложении Е расчетные формулы применяются для случая $100m/(\rho_{г,л}V_{св}) < 0,5C_{НКПР}$

$C_{НКПР}$ - нижний концентрационный предел распространения пламени газа или пара, % (объемных)] и помещений в форме прямоугольного параллелепипеда с отношением длины к ширине не более пяти.

Е.2 Коэффициент Z участия горючих газов и паров ненагретых выше температуры окружающей среды легковоспламеняющихся жидкостей при заданном уровне значимости $Q(C > \bar{C})$, рассчитывают по формулам:

- при $X_{НКПР} \leq \frac{1}{2}L$ и $Y_{НКПР} \leq \frac{1}{2}S$

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \pi}{m} \rho_{г,л} \left(C_0 + \frac{C_{НКПР}}{\delta} \right) X_{НКПР} Y_{НКПР} Z_{НКПР}, \quad (E.1)$$

- при $X_{НКПР} \leq \frac{1}{2}L$ и $Y_{НКПР} > \frac{1}{2}S$

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \pi}{m} \rho_{г,л} \left(C_0 + \frac{C_{НКПР}}{\delta} \right) F Z_{НКПР}, \quad (E.2)$$

где,

C_0 - предэкспоненциальный множитель, % (объемных), равный:

- при отсутствии подвижности воздушной среды для горючих газов

$$C_0 = 3,77 \cdot 10^3 \frac{m}{\rho_{г} V_{св}}, \quad (E.3)$$

- при подвижности воздушной среды для горючих газов

$$C_0 = 3 \cdot 10^2 \frac{m}{\rho_{г} V_{св} U}, \quad (E.4)$$

- при отсутствии подвижности воздушной среды для паров легковоспламеняющихся жидкостей

$$C_0 = C_K \left(\frac{m \cdot 100}{C_K \rho_{л} V_{св}} \right)^{0,41}, \quad (E.5)$$

- при подвижности воздушной среды для паров легковоспламеняющихся жидкостей

$$C_0 = C_K \left(\frac{m \cdot 100}{C_K \rho_{л} V_{св}} \right)^{0,46}, \quad (E.6)$$

где,

m - масса газа или паров ЛВЖ, поступающих в объем помещения, кг;

δ - допустимые отклонения концентрации при задаваемом уровне значимости $Q(C > \bar{C})$, приведенные в таблице D.1;

$X_{НКПР}, Y_{НКПР}, Z_{НКПР}$, - расстояния по осям X, Y , и Z от источника поступления газа или пара, ограниченные нижним концентрационным пределом распространения пламени соответственно, м; рассчитываются по формулам (E.10) - (E.12);

L, S , - длина и ширина помещения соответственно, м;

F - площадь пола помещения, м²;

U - подвижность воздушной среды, м·с⁻¹;

C_K - концентрация насыщенных паров при расчетной температуре t_p , °С, воздуха в помещении, % (объемных).

Таблица Е.1 - Допустимые отклонения концентрации δ при заданном уровне значимости $Q (C > \bar{C})$

Характер распределения концентраций	$Q (C > \bar{C})$	δ
Для горючих газов при отсутствии подвижности воздушной среды	0,1	1,29
	0,05	1,38
	0,01	1,53
	0,003	1,63
	0,001	1,70
	0,000001	2,04
Для горючих газов при подвижности воздушной среды	0,1	1,29
	0,05	1,37
	0,01	1,52
	0,003	1,62
	0,001	1,70
	0,000001	2,03
Для паров легковоспламеняющихся жидкостей при отсутствии подвижности воздушной среды	0,1	1,19
	0,05	1,25
	0,01	1,35
	0,003	1,41
	0,001	1,46
	0,000001	1,68
Для паров легковоспламеняющихся жидкостей при подвижности воздушной среды	0,1	1,21
	0,05	1,27
	0,01	1,38
	0,003	1,45
	0,001	1,51
	0,000001	1,75

Е.3 Концентрация C_k может быть найдена по формуле

$$C_k = 100 \frac{P_k}{P_0}, \quad (E.7)$$

где,

P_k - давление насыщенных паров при расчетной температуре (находят из справочной литературы), кПа;

P_0 - атмосферное давление, равное 101 кПа.

Уровень значимости $Q (C > \bar{C})$ выбирают, исходя из особенностей технологического процесса. Допускается принимать $Q (C > \bar{C})$ равным 0,05.

Е.4 Коэффициент Z участия паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей при сгорании паровоздушной смеси может быть определен по графику, приведенному на рисунке Е.1.

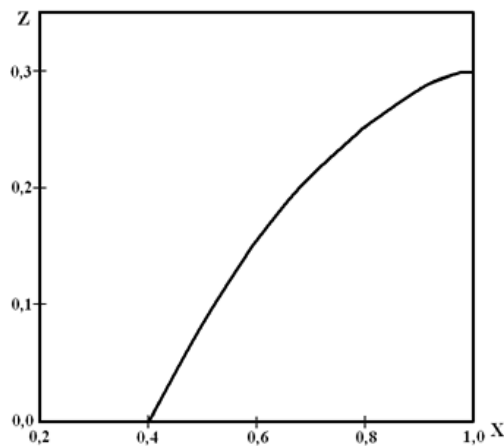


Рисунок Е.1 – Зависимость Z от X

Значения X рассчитывают по формуле

$$X = \begin{cases} C_K/C^*, & \text{если } C_K \leq C^* \\ 1, & \text{если } C_K > C^* \end{cases}, \quad (\text{E.8})$$

где,

C^* - величина, задаваемая соотношением

$$C^* = \varphi C_{CT}, \quad (\text{E.9})$$

где,

φ - эффективный коэффициент избытка горючего, принимаемый равным 1,9.

Расстояния $X_{\text{НКПР}}$, $Y_{\text{НКПР}}$, и $Z_{\text{НКПР}}$ рассчитывают по формулам:

$$X_{\text{НКПР}} = K_1 L \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5}, \quad (\text{E.10})$$

$$Y_{\text{НКПР}} = K_1 S \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5}, \quad (\text{E.11})$$

$$Z_{\text{НКПР}} = K_3 H \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5}, \quad (\text{E.12})$$

где,

K_1 - коэффициент, принимаемый равным 1,1314 для горючих газов и 1,1958 - для легковоспламеняющихся жидкостей;

K_2 - коэффициент, принимаемый равным 1 для горючих газов и $K_2 = T/3600$ - для легковоспламеняющихся жидкостей;

K_3 - коэффициент, принимаемый равным:

0,0253 для горючих газов при отсутствии подвижности воздушной среды;

0,02828 - для горючих газов при подвижности воздушной среды;

0,04714 - для легковоспламеняющихся жидкостей при отсутствии подвижности воздушной среды.

0,3536 - для легковоспламеняющихся жидкостей при подвижности воздушной среды;

H - высота помещения, м.

При отрицательных значениях логарифмов расстояния $X_{\text{НКПР}}$, $Y_{\text{НКПР}}$, и $Z_{\text{НКПР}}$ принимаются равными 0.

Конец перевода

Содержание

Traducerea autentică a documentului normativ în limba rusă	39
1 Область применения.....	39
2 Нормативные ссылки.....	39
3 Термины и определения.....	40
4 Общие положения.....	41
5 Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.....	42
6 Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.....	43
7 Категории наружных установок по пожарной опасности.....	44
8 Оценка пожарного риска.....	45
Приложение А (нормативное) Методы определения категорий помещений А и В.....	46
Приложение В (нормативное) Методы определения категорий помещений С1—С4.....	54
Приложение С (нормативное) Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок	56
Приложение D (нормативное) Методика вычисления условной вероятности поражения человека.....	71
Приложение E (информационное) Расчетное определение коэффициента Z участия в горении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей.....	73

Membrii Comitetului tehnic pentru normare tehnică și standardizare în construcții CT-C E(01-03) "Fiabilitatea, siguranța și protecția clădirilor și cobnstrucțiilor" care au acceptat proiectul documentului normativ:

Președinte	Zolotcov Anatolie
Secretar	Tagadiuc Alexandru
Reprezentant al MIDR	Cucerca Aliona <i>Supleant: Demişcan Aliona</i>
Membri	Șevcenco Alexandr Gorbatovschi Victor Axenti Tudor Chircu Sergiu Cutia Evgheni Vieru Dmitrii

Utilizatorii documentului normativ sînt răspunzători de aplicarea corectă a acestuia. Este important ca utilizatorii documentelor normative să se asigure că sînt în posesia ultimei edi ii  i a tuturor amendamentelor.

Informa iile referitoare la documentele normative (data aplicării, modificării, anulării etc.) sînt publicate în "Monitorul Oficial al Republicii Moldova", Catalogul documentelor normative în construcții, în publica ii periodice ale organului central de specialitate al administra iei publice în domeniul construcțiilor, pe Portalul Na ional "e-Documente normative în construcții" (www.ednc.gov.md), precum  i în alte publica ii periodice specializate (numai după publicare în Monitorul Oficial al Republicii Moldova, cu prezentarea referin elor la acesta).

Amendamente după publicare:

Indicativul amendamentului	Publicat	Punctele modificate

Ediție oficială

NORMATIV ÎN CONSTRUCȚII
NCM E.03.04:2026

„Determinarea categoriilor de pericol de explozie-incendiu
și de incendiu a încăperilor și clădirilor”

Tiraj ___ ex. Comanda nr. ___

Tipărit I.P. OATUCL.
str. Independenței, 6/1
www.oatocl.md