

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.03.04:2025

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 2025

NORMATIV ÎN CONSTRUCȚII

NCM E.03.04:2025

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

Cuvinte cheie: cerințe, protecție, incendiu, categoria de pericol, 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. XX XX 20XX
- 3 APROBAT ȘI PUS ÎN APLICARE prin ordinul Ministrului infrastructurii și dezvoltării regionale nr. __ din ____20__ (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 20__, nr. __, art. ____), cu aplicare din _____.20__.
- 4 Modificare NCM E 03.04.2004

Cuprins

1	Domeniul de aplicare.....	4
2	Referințe normative.....	4
3	Termeni și definiții.....	5
4	Principii generale.....	6
5	Categoriile încăperilor după pericolul de explozie-incendiu și de incendiu.....	7
6	Categoriile clădirilor după pericolul de explozie-incendiu și de incendiu.....	8
7	Categoriile instalațiilor exterioare după pericol de incendiu.....	9
8	Evaluarea riscului de incendiu.....	10
	Anexa A.....	11
	Anexa B.....	18
	Anexa C.....	33
	Anexa D.....	35
	Traducerea autentică a documentului normativ în limba rusă.....	38

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

Cerințe privind apărarea împotriva incendiilor utilizând surse exterioare și interioare de apă

Требования к пожарной безопасности с использованием внешних и внутренних источников воды.

Requirements for fire protection using external and internal water sources

Data punerii în aplicare: 2025-00-00

1 Domeniul de aplicare

1.1 Prezentul document normativ privind siguranța la incendii stabilește metodologii de determinare criteriilor de clasificare a atribuirii clădirilor (sau părților clădirilor între pereții antifoc - compartimentelor de incendiu), construcțiilor, instalațiilor și încăperilor (denumite în continuare clădiri și încăperi) cu destinație de producție și depozitare de clasa F5 la categoriile de pericolul de explozie-incendiu și de incendiu, precum și metode pentru determinarea criteriilor de clasificare a categoriilor de instalații exterioare cu destinație de producție și depozitare (denumite în continuare instalații exterioare) de pericol de incendiu.

1.2 Clasificarea clădirilor și a încăperilor funcție după pericol de explozie-incendiu și de incendiu se utilizează pentru stabilirea cerințelor de protecție împotriva incendiilor, direcționate spre prevenirea posibilității unui incendiu și asigurarea protecției împotriva incendiilor a persoanelor și a bunurilor în caz de incendiu.

Clasificarea instalațiilor exterioare după pericol de explozie-incendiu și de incendiu se utilizează pentru stabilirea cerințelor de protecție împotriva incendiilor, direcționate spre prevenirea posibilității unui incendiu și asigurarea protecției împotriva incendiilor a persoanelor și a bunurilor în caz de incendiu la instalațiile exterioare.

1.3 Prezentul normativ nu se referă la:

a) încăperile și clădirile pentru producerea și depozitarea substanțelor combustibile (în continuare – SC), mijloacelor de inițiere a SC, clădirile și construcțiile, proiectate în conformitate cu norme și reguli speciale, aprobate în modul stabilit;

b) instalații exterioare pentru producerea și depozitarea SC, mijloacelor de inițiere a SC, instalații exterioare proiectate în conformitate cu norme și reguli speciale, aprobate în modul stabilit, precum și pentru evaluarea nivelului de pericol de explozie al instalațiilor exterioare.

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

2 Referințe normative

În prezentul document normativ se fac referiri la următoarele documente normative:

NCM E.03.01-2005 Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor. Terminologie

NCM E.03.02-2014 Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor

Standarde de referință specifice și conexe domeniului securității la incendiu

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 acestui normativ este oportun de a verifica valabilitatea standardelor de referință în sistemul public de informare – pe site-ul oficial. Dacă standardul de referință este înlocuit (modificat), atunci la utilizarea prezentului standard ar trebui să fie ghidat de standardul înlocuit (modificat). Dacă documentul de referință a fost anulat fără înlocuire, atunci, poziția în care se face trimitere la acesta este utilizată în măsura în care nu afectează această referință.

3 Termeni și definiții

În prezentul normativ sunt utilizați următorii termeni și definițiile lor:

3.1

amestec exploziv

amestec al aerului sau al agentului de oxidare 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

reprezentarea grafică a naturii generale a dezvoltării unor posibile situații de urgență și avarii cu reflectarea relației cauză-efect a evenimentelor, în funcție de specificul pericolului obiectului, evaluării riscului, luând în considerare impactul asupra acestora a măsurilor de protecție existente

3.3

avarie de proiect

o avarie, pentru prevenirea căreia în proiectul obiectului de producere sunt prevăzute sisteme de asigurare a siguranței care garantează un nivel specific de securitate

3.4

categorie de pericol de incendiu (de incendiu-explozie) a obiectului

caracteristicile de clasificare a pericolului de incendiu (de incendiu-explozie) al unei clădiri (sau părților clădirilor între pereții antifoc - compartimentelor de incendiu), construcții, instalații, încăperii, instalații exterioare

3.5

dimensiunea zonei

distanța unei părți a spațiului limitată în vreun fel

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-aer, format într-un volum limitat cu o creștere a presiunii în acest volum

3.6

explozie norului de vapori-aer

Procesul de ardere a unui amestec combustibil de vapori-aer într-un spațiu deschis cu formarea undelor de presiune

3.8

explozia unui rezervor cu un lichid supraîncălzit atunci când este expus acțiunii focarului de incendiu

procesul de distrugere a rezervorului la încălzire de la focar de incendiu a lichidului din rezervor la o temperatură care depășește temperatura normală de fierbere cu fierbere ulterioară explozivă a lichidului. Procesul este însoțit de formarea undelor de presiune și, dacă lichidul este inflamabil, un „glob de foc”

3.9

frecvența realizării scenariului de avarie

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

3.10

glob de foc

arderea pe scară largă prin difuzie, realizată la ruperea unui rezervor cu un lichid inflamabil sau gaz sub presiune cu aprinderea conținutului rezervorului

3.11

incendiu în încăpere

procesul de ardere prin difuzie a substanțelor combustibile solide, lichide și gazoase situate în încăpere, care provoacă încălzirea elementelor de construcții și a echipamentelor tehnologice cu o posibilă pierdere a capacității lor portante

3.12

situație de avarie

o situație caracterizată prin probabilitatea apariției unei avarii cu posibilitatea dezvoltării sale ulterioare

3.13

sarcină termică

cantitate de căldură, care poate fi degajată în încăpere în cazul incendiului

3.14

scenariu de avarie

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

3.15

sarcină termică specifică

cantitate de căldură, care poate fi degajată în încăpere în cazul incendiului, raportată la suprafața de amplasare a substanțelor și materialelor combustibile și greu combustibile situate în încăpere

3.16

timp de oprire (timp de declanșare)

interval de timp de la momentul începerii posibilei curgerii substanței de combustibil din conductă (perforare, ruptură, modificarea presiunii nominale, etc.) până la încetarea completă a fluxului de gaz sau lichid în încăpere

4 Principii generale

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

După pericolul de incendiu instalațiile exterioare se clasifică în categorii AEx, BEx, CEx, DEx și EEx.

4.2 Categoriile de pericol de explozie-incendiu și de incendiu ale încăperilor și clădirilor se determină în funcție de tipul de substanțe și materiale combustibile aflate în încăperi, de cantitatea acestora și de proprietățile de pericol de incendiu, precum și pe baza soluțiilor de sistematizare spațială a încăperilor și a caracteristicilor proceselor tehnologice desfășurate în acestea.

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

4.3 Determinarea proprietăților incendiare ale substanțelor și materialelor se efectuează în baza rezultatelor încercărilor sau calculului după metodologii standardizate, ținând cont de parametrii stării lor (presiune, temperatură, etc).

Se admite utilizarea datelor publicate oficial cu privire la proprietățile incendiare ale substanțelor și materialelor

Se admite utilizarea indicatorilor de pericol de incendiu pentru amestecurile de substanțe și materiale după cel mai periculos component.

5 Categoriile încăperilor după pericolul de explozie-incendiu și de incendiu

5.1 Categoriile încăperilor după pericolul de explozie-incendiu și de incendiu sunt acceptate în conformitate cu tabelul 1.

Tabelul 1 - Categoriile încăperilor după pericolul de explozie-incendiu și de incendiu

Categoria încăperii	Caracteristica substanțelor și materialelor, prezente (manipulate) în încăperea.
A riscul de incendiu este foarte mare	Gaze combustibile, lichide ușor inflamabile cu temperatura de inflamabilitate de maximum 28 °C în așa cantitate, încât se pot forma amestecuri explozive de vapori, gaze și aer, la inflamarea cărora suprapresiunea de calcul, dezvoltată de explozie în încăperea, depășește 5 kPa și (sau) substanțe și materiale capabile să explodeze și să ardă la interacțiunea cu apa, oxigenul din aer sau între ele în așa cantitate, încât suprapresiunea de calcul dezvoltată de explozie în încăperea, depășește 5 kPa.
Explicarea categoriei A	
Nu aparțin categoriilor A și B după pericol de explozie-incendiu: - utilizarea substanțelor solide, lichide și gazoase în calitate de combustibil pentru combustie; - scurgeri și emisii de gaze, pori, praf într-o cantitate care nu poate forma un amestec exploziv cu aerul. În astfel de situații, clasificarea se face în categoriile C, D sau E, în funcție de densitatea sarcinii termice și de pericolul de incendiu în general.	
B riscul de incendiu este foarte mare	Fibre sau pulberi combustibile, lichide ușor inflamabile cu temperatura de inflamabilitate peste 28 până la 100 °C, lichide combustibile în așa cantitate, încât se pot forma amestecuri explozive de pulberi și aer sau de vapori cu aer, la inflamarea cărora suprapresiunea de calcul dezvoltată de explozie în încăperea, depășește 5 kPa.
C1-C4 riscul de incendiu este mare	Lichide inflamabile și greu inflamabile cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor mai mare de 100°C, substanțe și materiale combustibile și greu combustibile (inclusiv pulberi și fibre); substanțe și materiale, capabile la interacțiunea cu apa, oxigenul din aer sau între ele numai să ardă, cu condiția, că încăperile în care ele sunt aflate sau manipulate, nu se încadrează în categoriile A și B.
D risc mediu de incendiu	Materiale și substanțe incombustibile în stare fierbinte, incandescentă sau de topire, al căror proces de prelucrare decurge cu degajări de căldură radiantă, flăcări sau scântei; gaze, lichide și substanțe solide combustibile, care se ard sau se recuperează în calitate de combustibil.
E risc redus de incendiu	Materiale și substanțe incombustibile în stare rece sau materiale combustibile în stare de umiditate ridicată (mai mult de 80%), atunci când este exclusă posibilitatea aprinderii acestora
Explicarea categoriei E	
Această categorie include, de asemenea: - lichide inflamabile cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor mai mare de 100°C, care circulă în sistemele hidraulice, de răcire, de lubrifiere, de filtrare, de tratare termică într-un volum care nu depășește 2 m ³ , cu condiția adoptării măsurilor de prevenire a răspândirii revărsării pe o suprafață mai mare de 10 m ² ; - echipamente electrice, cu un conținut de până la 60 kg de ulei pe unitate, precum și linii de cabluri în izolație și înveliș cu un conținut de materiale combustibile de până la 3,5 kg pe metru de lungime; - substanțe și materiale incombustibile în ambalaje combustibile, pe rafturi sau paleți la o densitate de sarcina termică de până la 50 MJ / m ² .	

Nota:1 - Metode de determinare a categoriilor încăperilor A și B se stabilesc în conformitate cu anexa A.
 Nota:2 - Atribuirea unei încăperi la categoriile C1, C2, C3 sau C4 se efectuează în funcție de cantitatea și modul de amplasare a sarcinii termice în încăperea indicată și de caracteristicile sale de planificare a spațiului, precum și de proprietățile materialelor și substanțelor care alcătuiesc sarcina termică. Separarea încăperilor în categoriile C1-C4 se reglementează de prevederile în conformitate cu anexa B.

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

6 Categoriile clădirilor după pericolul de explozie-incendiu și de incendiu

6.1 Categoriile clădirilor după pericolul de explozie-incendiu și de incendiu se determină pe baza proporției și suprafeței totale a spațiilor dintr-o anumită categorie de pericol din această clădire.

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

6.3 Clădirea nu se încadrează în categoria A, dacă suprafața totală a încăperilor de categoria A din clădire nu depășește 25 % din suprafața totală a tuturor încăperilor amplasate în clădire (însă nu mai mare de 1000 m²) și dacă aceste încăperi se dotează cu instalații automate de stingere a incendiilor.

6.4 Clădirea se încadrează în categoria B, dacă concomitent sînt îndeplinite două condiții: clădirea nu se încadrează în categoria A și suprafața totală a încăperilor de categoriile A și B din clădire depășește 5 % din suprafața totală a tuturor încăperilor, sau depășește 200 m.

6.5 Clădirea nu se încadrează în categoria B, dacă suprafața totală a încăperilor de categoriile A și B din clădire nu depășește 25 % din suprafața totală a tuturor încăperilor amplasate în clădire (însă nu mai mare de 1000 m²) și dacă aceste încăperi se dotează cu instalații automate de stingere a incendiilor.

6.6 Clădirea se încadrează în categoria C dacă concomitent sînt îndeplinite două condiții: clădirea nu se încadrează în categoriile A sau B și suprafața totală a încăperilor de categoriile A, B și C1, C2 și C3 din clădire depășește 5 % (10 % dacă în clădire lipsesc încăperi de categoriile A și B) din suprafața totală a tuturor încăperilor.

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

6.8 Clădirea se încadrează în categoria D, dacă concomitent sînt îndeplinite două condiții: clădirea nu se încadrează în categoriile A, B sau C și suprafața totală a încăperilor de categoriile A, B, C și D din clădire depășește 5 % din suprafața totală a tuturor încăperilor.

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

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

(Spațiu liber lăsat intenționat)

7 Categoriile instalațiilor exterioare după pericol de incendiu

7.1 Categoriile instalațiilor exterioare după pericol de incendiu se adopta în conformitate cu tabelul 2.

Tabelul 2 - Categoriile instalațiilor exterioare după pericol de incendiu

Categoria instalației exterioare	Criterii pentru clasificarea unei instalații exterioare într-o anumită categorie de pericol de incendiu
AEx riscul de incendiu este foarte mare	Instalația aparține categoriei AEx, dacă în aceasta se află (se depozitează, se prelucrează, se transportează) gaze combustibile, lichide ușor inflamabile cu temperatura de inflamabilitate nu mai mult de 28 °C, substanțe și (sau) materiale capabile să ardă la interacționarea cu apa, oxigenul din aer și (sau) între ele (cu condiția ca valoarea riscului de incendiu în cazul unei posibile arderi a acestor substanțe cu formarea undelor de presiune să depășească o milionime pe an la o distanță de 30 m de instalația exterioară)
BEx riscul de incendiu este foarte mare	Instalația aparține categoriei BEx, dacă în aceasta se află (se depozitează, se prelucrează, se transportează) pulberi și (sau) fibre combustibile, lichide ușor inflamabile cu temperatura de inflamabilitate mai mult de 28 °C, lichide combustibile (cu condiția ca valoarea riscului de incendiu în cazul unei posibile arderi de praf-aer și (sau) vapori-aer cu formarea undelor de presiune depășește o milionime pe an la o distanță de 30 m de instalația exterioară)
CEx riscul de incendiu este mare	Instalația aparține categoriei CEx, dacă în aceasta se află (se depozitează, se prelucrează, se transportează) lichide combustibile și (sau) greu combustibile, substanțe și (sau) materiale solide combustibile și (sau) greu combustibile (inclusiv prafuri și (sau) fibre), substanțe și (sau) materiale, capabile să ardă la interacționarea cu apa, oxigenul din aer și (sau) între ele, dacă nu sunt realizate criteriile pentru clasificarea instalației ca AEx sau BEx (cu condiția ca valoarea riscului de incendiu în cazul unei posibile arderi a acestor substanțele și (sau) materialele depășesc o milionime pe an la o distanță de 30 m de instalația exterioară)
DEx riscul de incendiu este mediu	Instalația aparține categoriei DEx, dacă în aceasta se află (se depozitează, se prelucrează, se transportează) materiale și (sau) substanțe incombustibile în stare fierbinte, incandescentă și (sau) topită, al căror proces de prelucrare decurge cu degajări de căldură radiantă, scântei și (sau) flăcări, gaze, lichide și substanțe solide combustibile, care se ard sau se recuperează în calitate de combustibil.
EEx risc scăzut de incendiu	Instalația aparține categoriei EEx, dacă în aceasta se află (se depozitează, se prelucrează, se transportează) în principal substanțe incombustibile și (sau) materiale în stare rece și dacă, conform criteriilor de mai sus, nu aparține categoriei AEx, BEx, CEx sau DEx.

7.2 Determinarea categoriilor instalațiilor exterioare trebuie realizată prin verificarea secvențială a apartenenței lor la categoriile, prezentate în tabelul 2, de la cea mai periculoasă categoria (AEx) la cea mai puțin periculoasă (EEx).

7.3 Dacă, din cauza lipsei de date, pare imposibil să se evalueze valoarea riscului de incendiu, este permisă utilizarea în schimb a următoarelor criterii.

Pentru categoriile AEx și BEx:

- dimensiunea orizontală a zonei care limitează amestecurile gaz-vapori-aer cu o concentrație de combustibil peste limita inferioară de concentrație de propagare a flăcării depășește 30 m (acest criteriu se aplică numai gazelor și vaporilor combustibili) și (sau) presiune excedentară de calcul la arderea amestecului de gaz-, vapori- sau pulberi-aer la o distanță de 30 m de instalația exterioară depășește 5 kPa.

Pentru categoria CEx:

- intensitatea radiației termice de la focar de incendiu a a substanțelor și (sau) materialelor specificate pentru categoria CEx, la o distanță de 30 m de instalația exterioară, depășește 4 kW x m. Dimensiunile orizontale ale zonelor care limitează amestecurile gaz-vapori-aer cu o concentrație de combustibil peste limita inferioară de concentrație de propagare a flăcării se determină în conformitate cu anexa B. Intensitatea radiației termice de la focar de incendiu este se determină în conformitate cu anexa B.

8 Evaluarea riscului de incendiu

8.1 Riscul de incendiu $P(a)$ (an^{-1}) la un anumit punct al teritoriului (a), la o distanță de 30 m de instalația exterioară, se determină folosind raportul:

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

unde,

J - numărul scenariilor de avarie posibile la instalația exterioară;

$Q_{dj}(a)$ - probabilitatea condiționată a vătămării a unei persoane într-un anumit punct al teritoriului (a) ca urmare a realizării J - aceluși scenariu al dezvoltării avariei care corespunde unui anumit eveniment, care a inițiat avarie;

Q_j - frecvența realizării pe parcursul anului J - aceluși scenariu al dezvoltării avariei, an^{-1} .

8.2 Scenariile de dezvoltare situațiilor de avarii cu pericol de incendiu și avariilor sunt considerate pe baza construirii unui arbore logic al evenimentelor. Numărul de scenarii posibile de dezvoltare a avariilor se determină conform rezultatelor analizei posibilelor situațiilor de avarii și avariilor la instalația exterioară.

8.3 Probabilități condiționate a vătămării a unei persoane $Q_{dj}(a)$ se determină conform valorilor funcțiilor-probit și pe baza rapoartelor în conformitate cu anexa D.

Probabilitatea condiționată de vătămare a unei persoane $Q_{dj}(a)$ de la acțiunea comună independentă a mai multor factori periculoși în rezultatul realizării J - aceluși scenariu al dezvoltării avariei, se determină de raportul:

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

unde,

h - numărul factorilor periculoși ai incendiului luate în considerare;

Q_k - probabilitatea realizării k - aceluși factor periculos ai incendiului;

$Q_{djk}(a)$ - probabilitatea condiționată de vătămare k - aceluși factor periculos ai incendiului.

8.4 Frecvențe realizării scenariilor de dezvoltare a avariilor se determină de date statistice și (sau) pe baza metodologiilor stabilite în documentele de normative. Este permisă utilizarea datelor calculate cu privire la fiabilitatea echipamentelor tehnologice, corespunzătoare specificului instalației exterioare

(Spațiu liber lăsat intenționat)

Anexa A
(normativă)

Metode de determinare categoriilor încăperilor A și B

A.1 Alegerea și argumentarea variantei de calcul

A.1.1 La calculul criteriilor de explozie-incendiu ca variantă de calcul trebuie să fie aleasă varianta de avarie cea mai nefavorabilă sau perioada de funcționare normală a aparatelor, în care cea mai mare cantitate de gaze, vapori, praf, care sunt mai periculoase în raport cu consecințele arderii acestor amestecuri, participă la formarea amestecurilor combustibile de gaze-, vapori-, praf-aer.

În cazul în care utilizarea metodelor de calcul nu este posibilă, se admite determinarea valorilor criteriilor de pericol de explozie-incendiu pe baza rezultatelor lucrărilor de cercetări științifice corespunzătoare, avizate și aprobate în modul stabilit.

A.1.2 Cantitatea de substanțe intrate (pătrunse) în încăpere, care pot forma amestecuri explozive de vapori sau gaze cu aer, se determină pornind de la următoarele condiții prealabile:

- a) se produce o avarie de calcul la unul dintre aparate, conform A.1.1;
- b) tot conținutul aparatului avariat intră în încăpere;
- c) concomitent se produce scurgerea substanțelor din conductele care alimentează aparatul pe fluxul direct și indirect în decursul intervalului de timp necesar pentru deconectarea conductelor.

Timpul de calcul de deconectare a conductelor se determină pentru fiecare caz aparte, pornind de la situația reală și trebuie să fie minim, ținând cont de datele din cărțile tehnice ale dispozitivelor de închidere, de natura procesului tehnologic și de tipul avariei de calcul.

Timpul de calcul de deconectare a conductelor trebuie adoptat egal cu:

- a) timpul de declanșare a sistemului de automatică de deconectare a conductelor, conform datelor din cartea tehnică a instalației, dacă probabilitatea de defectare a sistemului de automatică nu depășește 0,000001 pe an sau dacă se asigură rezerva de elemente a sistemului;
- b) 120 s dacă probabilitatea de defectare a sistemului de automatică depășește 0,000001 pe an și nu se asigură rezerva de elemente a sistemului;
- c) 300 s în cazul deconectării manuale.
- d) se produce evaporarea de pe suprafața lichidului revărsat; suprafața de evaporare în cazul revărsării pe pardoseală se determină (în lipsa datelor normative) luând în calcul că 1 litru de amestecuri și soluții, care conțin 70% și mai puțin de solvenți (în masă), se varsă pe o suprafață de 0,5 m², iar celelalte lichide - pe 1 m² de pardoseală a încăperii;
- e) se produce de asemenea evaporarea lichidului din rezervoare, exploatate cu suprafața (oglină) deschisă a lichidului, precum și de pe suprafețe proaspăt vopsite;
- f) durata de evaporare a lichidului se adoptă egală cu timpul de evaporare completă a lui, însă de maximum 3600 s.

A.1.3 Cantitatea de praf, care poate forma amestec exploziv, se determină pornind de la următoarele condiții prealabile:

- a) avaria de calcul a fost precedată de acumularea de praf în încăperea de producție, care se produce în condiții de regim normal de lucru (de exemplu în urma ieșirii prafului din utilajul de producție neetanș);
- b) în momentul avariei de calcul s-a produs o deetanșare planificată (lucrări de reparație) sau accidentală a unuia din aparatele tehnologice, după care a urmat o erupție accidentală în încăpere a prafului din aparat.

A.1.4 Volumul liber al încăperii se determină ca diferența dintre volumul încăperii și volumul ocupat de utilajul tehnologic. Dacă nu este posibil de a determina volumul liber al încăperii, atunci se admite ca el să fie adoptat convențional egal cu 80 % din volumul geometric al încăperii.

A.2 Calculul suprapresiunii pentru gaze combustibile, vapori de lichide ușor inflamabile și 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 cu formula:

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

unde,

P_{max} - presiunea maximă de explozie a amestecului stoichiometric de gaze și aer sau de vapori și aer într-un volum închis, care se determină pe cale experimentală sau conform datelor normative în corespundere cu 4.3. În lipsa datelor normative se admite să se adopte P_{max} egală cu 900 kPa;

P_0 - presiunea inițială, kPa (se admite să se adopta egală cu 101 kPa);

m - masa gazului combustibil (GC) sau a vaporilor de lichide ușor inflamabile (LUI) și de lichide combustibile (LC), ieșite în încăperea ca rezultat al avariei de calcul și se determină: pentru GC - cu formula (A.6), pentru vapori LUI și LC – cu formula (A.11), kg;

Z - coeficientul de participare a combustibilului la explozie, care poate fi calculat pe baza caracterului de distribuire a gazelor și vaporilor în volumul încăperii conform capitolului E. Se admite să se adopte valoarea lui Z conform tabelului 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 temperatura de calcul trebuie adoptată temperatura maximă posibilă a aerului în încăperea dată, în zona climatică corespunzătoare sau temperatura maximă posibilă a aerului conform regulamentului tehnologic, ținând cont de posibilitatea creșterii temperaturii în situație de avarie. Dacă asemenea valoare a temperaturii de calcul t_p nu poate fi determinată, se admite ca ea să fie adoptată egală cu 61 °C;

C_{CT} - concentrația stoichiometrică a GC sau a vaporilor LUI și LC, % (în volum), calculată 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 - coeficientul, ce ține cont de neetanșeitarea încăperii și neadiabaticitatea procesului de ardere. Se admite să se adopte egal cu 3.

(Spațiu liber lăsat intenționat)

Tabelul A.1 – Valoarea coeficientului Z de participare a gazelor și vaporilor combustibile în ardere

Tipul de substanță combustibilă	Valoarea Z
Hidrogen	1,0
Gaze combustibile (în afară de hidrogen)	0,5
Lichide ușor inflamabile și combustibile, încălzite până la temperatura de inflamabilitate și mai înaltă	0,3
Lichide ușor inflamabile și combustibile, încălzite sub temperatura punctului de aprindere, dacă există posibilitatea de formare a aerosolului	0,3
Lichide ușor inflamabile și combustibile, încălzite sub temperatura punctului de aprindere, dacă nu există posibilitatea de formare a aerosolului	0

A.2.2 Calculul ΔP pentru substanțe individuale, cu excepția celor specificate în A.2.1, precum și pentru amestecuri, se poate efectua cu formula:

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

unde,

H_T - puterea calorică, $J \cdot kg^{-1}$;

ρ_B - densitatea aerului pînă la explozie la temperatura inițială T_0 , $kg \cdot m^{-3}$;

C_P - căldura specifică a aerului, $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ (se admite să se adopte egală cu $1,01 \cdot 10^3 J kg^{-1} K^{-1}$);

T_0 - temperatura inițială a aerului, K.

A.2.3 În cazul în care în încăpere se manipulează gaze combustibile, lichide ușor inflamabile sau lichide combustibile, la determinarea valorii masei m , din formulele (A.1) și (A.4), se admite să se țină cont de funcționarea ventilației de avarie, dacă aceasta este dotată cu ventilatoare de rezervă și acționare automată, la depășirea concentrației maxime admisibile neexplozivă și alimentare cu energie electrică de prima categorie conform Normelor de amenajare ale instalațiilor electrice (NAIE), cu condiția amplasării dispozitivelor de evacuare a aerului din încăpere în apropierea imediată de locul posibilei avarii.

Este permisă luarea în considerare a ventilației de schimb general care funcționează permanent, care asigură concentrația de gaze și vapori combustibili în încăpere, care nu depășește concentrația maximă admisibilă la explozie, calculată pentru ventilația de avarie. Ventilare indicată de schimb general trebuie să fie echipată cu ventilatoare de rezervă, care se pornesc automat la oprirea celor principale. Alimentarea cu energie electrică a ventilației specificate trebuie efectuată nu mai puțin de prima categorie de fiabilitate conform NAIE.

Totodată masa m a gazelor combustibile sau a vaporilor de lichide ușor inflamabile și combustibile, încălzite pînă la temperatura de inflamabilitate și mai înaltă, intrate în volumul încăperii trebuie împărțită la coeficientul K , determinat cu formula:

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

unde,

A - recvența schimbului de aer, creată de ventilația de avarie, s^{-1} ;

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

A.2.4 Masa m , kg, a gazului intrat în încăpere la avaria de calcul se determină cu formula:

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

unde,

V_a - volumul gazului ieșit din aparat, m^3 ;

V_T - volumul gazului ieșit din conducte, m^3 .

Totodată

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

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 ieșit din conductă pînă la deconectarea ei, m^3 ;

V_{2T} - volumul gazului ieșit din conductă după deconectarea ei, m^3 ;

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

unde,

q - debitul de gaz, determinat conform regulamentului tehnologic în funcție de presiune în conductă, diametrul ei, temperatura mediului gazos etc, $m^3 \cdot s^{-1}$;

T - timpul determinat conform A.1.2, s;

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

unde,

P_2 - presiunea maximă în conductă conform regulamentului tehnologic, kPa;

$r_{1,2} \dots n$ - raza interioară a conductei, m;

$L_{1,2} \dots n$ - lungimea conductei de la aparatul avariat pînă la vanele de închidere, m.

A.2.5 Masa vaporilor de lichid m , intrat în încăpere, la existența mai multor surse de evaporare (suprafața lichidului revărsat, suprafețe proaspăt acoperite cu compoziții (vopsele), rezervoare deschise, etc), se determină cu relația:

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

unde,

m_p - masa lichidului evaporat de pe suprafața lichidului revărsat, kg;

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

$m_{CB.окp}$ - masa lichidului evaporat de pe suprafețe proaspăt acoperite cu compoziții (vopsele), kg.

Totodată toți termenii din relația (A. 11) se determină cu formula:

$$m = W F_{\text{И}} T \quad (A.12),$$

unde,

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

$F_{\text{И}}$ - suprafața de evaporare, m^2 , determinată conform A.1.2 în funcție de masa lichidului m_{in} , intrat în încăpere.

Dacă situația de avarie este legată de posibilitatea intrării lichidului în stare pulverizată, în acest caz cantitatea lichidului trebuie luată în calcul în relația (A. 11) prin introducerea unui termen de adunare suplimentar, care ține cont de masa totală a lichidului intrat de la dispozitivele pulverizatoare, pornind de la durata lor de funcționare.

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

A.2.7 Intensitatea de evaporare W se determină conform datelor normative și experimentale. Pentru LUI neîncălzite peste temperatura mediului înconjurător, în lipsa datelor specificate mai sus, se admite calcularea lui W cu formula;

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

unde,

η - coeficient adoptat conform tabelului A.2 în funcție de viteza și temperatura fluxului de aer deasupra suprafeței de evaporare;

P_H - presiunea vaporilor saturați la temperatura de calcul a lichidului t_c , determinată conform datelor normative, kPa.

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

Viteza fluxului de aer în încăpere, $m \cdot s^{-1}$	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 , kg, în timpul evaporării lichidului încălzit peste temperatura de calcul, dar nu peste punctul de fierbere al lichidului, acesta se determină de raportul

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

unde,

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

În absența datelor de referință, se permite calcularea $L_{исп}$ după formula:

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

unde,

B, C_a - constante ecuației lui Antoine, determinate din datele de referință pentru presiunea de vapori saturați, măsurată 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 lichidele încălzite de la punctul de aprindere și peste, cu condiția ca punctul de aprindere al lichidului depășește valoarea temperaturii de calcul.

A.3 - Calculul suprapresiunii de explozie pentru prafuri combustibile

A.3.1 Calculul suprapresiunii de explozie AP, kPa, se efectuează cu formula (A. 4), în care coeficientul Z de participare la explozie a prafului în suspensie se determină cu formula:

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

unde,

F - fracția masică de particule de praf cu dimensiunile sub cele critice, la depășirea cărora suspensia de praf în aer devine neexplozivă, adică incapabilă să propage flacăra. În cazul în care nu este posibil de a obține datele pentru calculul valorii coeficientului F se admite $F = 1$.

A.3.2 Masa de calcul a prafului aflat în suspensie în volumul încăperii m , kg, formată ca rezultat al situației de avarie, se determină cu formula:

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

unde,

m_{B3} - masa de calcul a prafului turbionar, kg;
 m_{aB} - masa de calcul a prafului, intrat în încăperea ca rezultat al situației de avarie, kg.
 ρ_{CT} - concentrația stoichiometrică a prafului combustibil în suspensia pneumatică, $kg \cdot m^{-3}$;
 V_{aB} - volumul de calcul al norului de praf-aer format în caz de situație de avarie în volumul unei încăperi, m^3 .

În absența posibilității obținerii datelor pentru calcul V_{aB} este permis de adoptat

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

A.3.3 Masa de calcul a prafului turbionar m_{tur} se determină cu formula:

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

unde,

K_{B3} - partea de praf depusă în încăperea, capabilă să treacă în stare de suspensie ca rezultat al situației de avarie. În lipsa datelor experimentale privind valoarea lui K_{tur} se admite $K_{tur}=0,9$;
 m_{Π} - masa prafului depus în încăperea la momentul avariei, kg

A.3.4 Masa de calcul a prafului, intrat în încăperea ca rezultat al situației de avarie, m_{av} se determină cu formula:

$$m_{aB} = (m_{a\Pi} + qT) K_{\Pi} \quad (A.20)$$

unde

m_{an} - masa prafului combustibil, ieșită în încăperea din aparat, kg;

q - debitul cu care substanțele în formă de praf continuă să intre în aparatul avariat prin conducte, până la momentul deconectării lor, $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$;

T - timpul de deconectare, determinat conform A.1.2 (b);s.

K_{Π} - coeficientul de prăfuire, care reprezintă raportul dintre masa prafului aflat în suspensie în aer și masa totală a prafului, intrat din aparat în încăperea. În lipsa datelor experimentale privind valoarea K_p se admite:

- $K_{\Pi}=0,5$ - pentru praful cu dispersitatea de minimum $350 \mu\text{m}$;

- $K_{\Pi}=1,0$ - pentru praful cu dispersitatea sub $350 \mu\text{m}$

Valoarea lui m_{ap} se admite de adoptat conform A.1.1 și A.1.3.

A.3.5 Masa prafului depus în încăperea la momentul avariei se determină cu formula:

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

unde,

K_r - partea prafului combustibil în masa totală de praf depus;

K_y - coeficientul de eficiență a curățeniei prafului. Se adoptă egal cu 0,6 la curățenia manuală uscată și 0,7 la curățenia manuală umedă (manual). La curățenia mecanizată cu vid Kef pentru pardosea netedă se adoptă egal cu 0,9; pentru pardosea cu adâncituri, găuri (până la 5 % din suprafață) – 0,7.

m_1 - masa prafului, depus în locuri greu accesibile pentru efectuarea curățeniei în încăperea în perioada de timp dintre curățeniile generale, kg;

m_2 - masa prafului, depus în locuri ușor accesibile pentru efectuarea curățeniei în încăperea în perioada de timp dintre curățeniile curente, kg;

Prin suprafețe greu accesibile pentru efectuarea curățeniei se înțelege astfel de suprafețe în încăperile de producție, curățarea cărora se efectuează numai în procesul curățeniilor generale ale prafului. Locuri ușor accesibile pentru efectuarea curățeniei se consideră suprafețele de pe care praful este înlăturat în procesul curățeniilor curente (în fiecare schimb, în fiecare zi etc).

A.3.6 Masa prafului m_i ($i = 1; 2$), depus pe diferite suprafețe ale încăperii, în perioada de timp dintre curățeniile, 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 prafului degajat în volumul încăperii în perioada de timp dintre curățeniile generale ale prafului, kg;

M_{1j} - masa prafului, degajat în volumul încăperii de către o unitate de utilaj de producție-degajator de praf, în perioada de timp specificată, kg;

$M_2 = \sum_j M_{2j}$ - masa prafului degajat în volumul încăperii în perioada de timp dintre curățeniile curente ale prafului, kg;

M_{2j} - masa prafului, degajat în volumul încăperii de către o unitate de utilaj de producție-degajator de praf, în perioada de timp specificată, kg;

α - partea prafului, degajat în volumul încăperii, care se înlătură de sistemul de ventilare prin aspirație. În lipsa datelor experimentale se adoptă $\alpha=0$;

$\beta_1 \beta_2$, - părțile prafului degajat în volumul încăperii, care se depun corespunzător pe suprafețele greu accesibile și respectiv pe suprafețele ușor accesibile pentru efectuarea curățeniei în încăperea ($\beta_1 + \beta_2 = 1$). În lipsa datelor privind valoarea coeficienților β_1 și β_2 se admite să se adopte $\beta_1 = 1; \beta_2=0$.

A.3.7 M_i ($i = 1; 2$) poate fi determinată experimental (sau prin analogie cu modelele de producție în funcțiune) pentru perioada de funcționare cu sarcina maximă a utilajului, cu formula:

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

unde,

$(G_{1j}, G_{2j}$ - intensitatea de depunere a prafului pe suprafețe greu accesibile F_{1j} (m^2) și respectiv, pe suprafețele ușor accesibile F_{2j} (m^2), $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$;

T_1, T_2 - intervalul de timp dintre curățeniile de praf generale și, respectiv, curățeniile curente de praf, s.

Anexa B
(normativă)

**Metodele de calcul ale criteriilor de pericol de incendiu
pentru instalațiile exterioare**

B.1 Metodele de calcul ale criteriilor de pericol de incendiu pentru gaze și vapori combustibile

B.1.1 Dacă este imposibil să se calculeze riscul de incendiu, alegerea variantei de calcul trebuie efectuată luând în considerare frecvența anuală de realizare și de consecințele anumitor avarii.

Ca varianta de calcul pentru determinarea criteriilor de pericol de incendiu ale instalațiilor exterioare în care sunt prezente (manipulate) gaze și vapori combustibile, trebuie luată o variantă de avarie, pentru care produsul frecvenței anuale de realizare a acestei variantei Q_w și excesul de presiune de calcul ΔP în timpul arderii amestecurilor de gaze, de vapori și aer în cazul realizării variantei specificate la maxim, adică:

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

Calculul valorii G se efectuează în următoarea consecvență:

a) sunt luate în considerare diverse variante de avarii și din date statistice sau pe baza frecvenței anuale a avariilor cu ardere a amestecurilor de gaze, vapori și aer se determină Q_{wi} pentru aceste variante;

b) pentru fiecare dintre variante luate în considerare, se determină conform metodologiei pentru valorii de suprapresiune de calcul de mai jos ΔP_i ;

c) se calculează valorile $G_i = Q_{wi} \Delta P_i$ pentru fiecare dintre variantele de avarii, dintre care se selectează varianta cu cea mai mare valoare G_i ;

d) ca varianta de calcul pentru determinarea criteriilor de pericol de incendiu se adoptă varianta în care valoarea G_i este maximă. În acest caz, cantitatea de gaze, vapori combustibile, eliberați în atmosferă este calculată pe baza scenariului de avarie luat în considerare, conform B.1.3-B.1.9.

B.1.2 Dacă este imposibilă implementarea metodei conform B.1.1, ca varianta de calcul trebuie aleasă cea mai nefavorabilă varianta a avariei sau perioada de funcționare normală a aparatelor, în care în formarea amestecurilor de gaze, vapori este implicată cea mai mare cantitate de gaze, vapori, cea mai periculoasă în raport cu consecințele arderii acestor amestecuri. În acest caz, cantitatea de gaze, vapori eliberate în atmosferă se calculează în conformitate cu B.1.3-B.1.9.

În cazul în care utilizarea metodelor de calcul nu este posibilă, este permisă determinarea valorilor criteriilor de pericol de incendiu pe baza rezultatelor lucrărilor de cercetare corespunzătoare, convenite și aprobate în modul prescris.

B.1.3 Cantitatea de substanțe care pot forma amestecuri combustibile de gaz-aer, vapori-aer se determină pe baza următoarelor premise:

a) are loc o avarie de calcul al unuia dintre aparate în conformitate cu B.1.1 sau B.1.2 (în funcție de care dintre abordările pentru determinarea variantei de calcul a avariei este luat ca bază);

b) tot conținutul aparatului intră în spațiul înconjurător;

c) simultan are loc o scurgere de substanțe din conducte care alimentează aparatul în fluxul direct și invers în timpul necesar pentru deconectarea conductelor.

Timpu estimat pentru deconectarea conductelor este determinat în fiecare caz specific, pe baza situației reale, și ar trebui să fie minim, ținând cont de datele pașaportului pentru dispozitivele de închidere, natura procesului tehnologic și tipul avariei de calcul.

Timpu estimate de deconectare al conductelor ar trebui să fie egal cu:

- timpul de răspuns al sistemelor de automatizare pentru deconectarea conductelor în funcție de datele pașaportului instalației, dacă probabilitatea de defecțiune a sistemului de automatizare nu depășește 0,000001 pe an sau este prevăzută rezervarea elementelor sale (dar nu mai mult de 120 s);

- 120 s, dacă probabilitatea de defecțiune a sistemului de automatizare depășește 0,000001 pe an și nu este asigurată rezervarea elementelor sale;

- 300 s la deconectarea manuală;

d) are loc evaporarea de la suprafața lichidului revărsat; zona de evaporare în caz de revărsare pe o suprafață orizontală se determină (în absența datelor de referință sau a altor date experimentale), pe baza calculului că 1 litru de amestecuri și soluții conținând 70% sau mai puțin (după masa) solvenți este turnat pe o suprafață de 0,10 m², iar restul lichide - pe 0,15 m²;

e) are loc, de asemenea, evaporarea lichidelor din recipiente exploatate cu o oglindă deschisă a lichidului și de la suprafețe proaspăt vopsite;

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

B.1.4 Masa de gaz m , kg, care a pătruns în spațiul înconjurător în timpul avariei de calcul este determinată de formula:

$$m = (V_a + V_T)\rho_g \quad (\text{B.2})$$

unde,

V_a - volumul de gaz care a ieșit din aparat, m³;

V_T - volumul de gaz care a ieșit din conducta, m³;

ρ_g - densitatea gazului, kg m⁻³.

În acest caz:

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

unde,

$P1$ - presiune în aparat, kPa;

V - volumul aparatului, m³;

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

unde,

V_{1T} - volumul de gaz eliberat din conductă înainte de a fi deconectat, m³;

V_{2T} - volumul de gaz eliberat din conductă după deconectare, m³;

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

unde,

q - consumul 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;

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

unde,

P_2 - presiunea maximă în conductă conform reglementărilor tehnologice, kPa;

r - raza interioară a conductelor, m;

L - lungimea conductelor de la aparatul de avarie până la supape, m.

B.1.5 Masa vaporilor lichizi m , kg, care intră în spațiul înconjurător în prezența mai multor surse de evaporare (suprafața unui lichid revărsat, suprafața cu compoziție proaspăt aplicată, recipiente deschise etc.) este determinată din expresie:

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

unde,

m_p - masa lichidului evaporat de pe suprafața deversării, kg;

m_{eMK} - masa lichidului evaporat de pe suprafețele recipientelor deschise, kg;

$m_{CB.окр}$ - masa lichidului evaporat de pe suprafețele pe care se aplică compoziția utilizată, kg;

$m_{пер}$ - masa lichidului evaporat în spațiul înconjurător în caz de supraîncălzire, kg.

În acest caz, fiecare dintre termeni (m_P , m_{eMK} , $m_{CB.окр}$) din formula (B.7) se determină din expresia:

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

unde,

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

F_K - aria de evaporare, m^2 , determinată în conformitate cu B.1.3 în funcție de masa lichidului m_{Π} , eliberat în spațiul înconjurător;

T - durata pătrunderii a vaporilor de lichide ușor inflamabile și combustibile în spațiul înconjurător conform B.1.3, s.

Valoarea $m_{пер}$ se determină prin formula (la T_a) $T_{кип}$)

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

unde,

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

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

T_a - temperatura lichidului supraîncălzit în conformitate cu reglementările tehnologice din aparatul sau echipamentul tehnologic, K;

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

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

Dacă situația de avarie este asociată cu o posibilă intrare de lichid în stare pulverizată, atunci ar trebui luată în considerare în formula (B.7) prin introducerea unui termen suplimentar care să ia în considerare masa totală a lichidului intrat de la dispozitivele de pulverizare, pe baza duratei de funcționare a acestora.

B.1.6 Masa m_{Π} lichidului eliberat, kg, se determină în conformitate cu B.1.3.

B.1.7 Intensitatea evaporării W se determină de date de referință și experimentale. Pentru LUI care nu sunt încălzite peste temperatura de calcul (mediu înconjurător), în absența datelor, este permis să se calculeze W prin formula:

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

unde,

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

Pk - presiunea vaporilor saturați la temperatura de calcul a lichidului, determinată din datele de referință, kPa.

B.1.8 Masa vaporilor unui lichid încălzit peste temperatura de calcul, dar nu peste punctul de fierbere al lichidului, se determină în conformitate cu A.2.8 (Anexa A).

B.1.9 Pentru gazele de hidrocarburi lichefiate, în absența datelor, se permite calcularea masei specifice a gazelor de hidrocarburi lichefiate evaporate $m_{суг}$ din revărsare, $kg \cdot m^{-2}$, conform formulei:

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

unde

M - masa molară de gazele de hidrocarburi lichefiate, $kg \cdot mol^{-1}$;

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

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

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

λ_{TB} - coeficientul de conductivitate termică a materialului pe suprafața căruia sunt revărsate gazele de hidrocarburi lichefiate, $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$;

$a = \frac{\lambda_{TB}}{C_{TB} \rho_{TB}}$ coeficientul de difuzivitate termică a materialului pe suprafața căruia sunt revărsate gazele de hidrocarburi lichefiate, $m^2 \cdot s^{-1}$;

C_{TB} - capacitatea termică a materialului pe suprafața căruia se revărsă gazele de hidrocarburi lichefiate, $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$;

ρ_{TB} - densitatea materialului pe suprafața căruia se revărsă gazele de hidrocarburi lichefiate, $kg \cdot m^{-3}$;
 t - ora curentă, s, luată egal cu timpul de evaporare completă a gazelor de hidrocarburi lichefiate, dar nu mai mult de 3600 s;

$Re = \frac{Ud}{\nu_B}$ numărul lui Reynolds;

U - viteza fluxului de aer, $m \cdot s^{-1}$;

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

ν_B - vâscozitatea cinematică a aerului, $m^2 \cdot s^{-1}$;

λ_B - coeficientul de conductivitate termică a aerului, $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

Formula (B.11) este valabilă pentru gazele de hidrocarburi lichefiate cu temperatură $T_{Ж} \geq T_{кип}$. La temperaturi a gazelor de hidrocarburi lichefiate $T_{Ж} \geq T_{кип}$ suplimentar se calculează masa de gaze de hidrocarburi lichefiate supraîncălzite $m_{пер}$ prin formula (B.9).

B.2 Metodă de calcul al dimensiunilor maxime ale zonelor explozive, limitată de limita inferioară de concentrație a răspândirii flăcării gazelor și vaporilor de lichide, dimensiunilor zonelor afectate în timpul incendiului- flash

B.2.1 Raza $R_{НКПР}$ (m) și înălțimea $Z_{НКПР}$ (m) a zonei, care limitează aria de concentrații care depășesc limita inferioară de concentrație de propagare a flăcării (în continuare - НКПР), cu un mediu de aer staționar este determinată de formulele:

pentru gaze combustibile (în continuare — GC)

$$R_{НКПР} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{Г}}{\rho_{Г} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (B.12)$$

$$Z_{НКПР} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{Г}}{\rho_{Г} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (B.13)$$

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

$$R_{НКПР} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{П}}{\rho_{П} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (B.14)$$

$$Z_{НКПР} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{П}}{\rho_{П} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (B.15)$$

unde

$m_{Г}$ - masa de GC care intră într-un spațiu deschis într-o situație de pericol de incendiu, kg

$\rho_{Г}$ - densitatea GC la temperatura de calcul și presiunea atmosferică, $kg \cdot m^{-3}$

$m_{П}$ - masa de vaporilor LUI care intră în spațiul deschis în timpul evaporării, kg;

$\rho_{П}$ - densitatea vaporilor LUI la temperatura de calcul, kPa;

$C_{НКПР}$ - limita inferioară de concentrație a răspândirii flăcării GC sau vaporilor, % vol.

Ca începutul de calcul a dimensiunii orizontale a zonei se adoptă centrul geometric al revărsării, iar în cazul în care $R_{НКПР}$ este mai mic decât dimensiunea gabarită a revărsării, - dimensiunile exterioare ale revărsării.

Dacă este necesar, poate fi luată în considerare influența diferitelor condiții meteorologice asupra dimensiunilor zonelor explozive.

B.2.2 În cazul formării unui amestec de vapori-aer într-un spațiu liber de echipamente tehnologice și aprinderea acestuia de o sursă relativ slabă (de exemplu, de o scânteie), arderea acestui amestec are loc, de regulă, cu viteze reduse de flacără vizibile. În acest caz, amplitudinile undei de presiune sunt mici și nu pot fi luate în considerare la evaluarea efectului dăunător. În acest caz, apare așa-numitul incendiu-flash, în care zona de deteriorare a produselor de ardere la temperatură ridicată a amestecului vapori-aer coincide practic cu dimensiunea maximă a norului de produse de ardere (adică sunt afectate în principal obiectele care se încadrează în acest nor). Raza de acțiune a produselor de ardere la temperatură ridicată a unui nor de vapori-aer în timpul unui incendiu-flash RF este determinată de formula:

$$R_F = 1,2 \cdot R_{\text{HKIP}} \quad (\text{B.16})$$

unde,

R_{HKIP} - dimensiunea orizontală a zonei cu pericol de explozie, determinată de formula B.14 din prezentă anexa.

B.3 Metoda de calcul al intensității radiației termice în timpul incendiilor de scurgeri de lichide ușor inflamabile și lichide combustibile

B.3.1 Intensitatea radiației termice q (kW / m^2) pentru un incendiu al deversării de lichide ușor inflamabile (LUI), lichide combustibile (LC), gaz natural lichefiat (GNL), gaz de hidrocarburi lichefiat este determinată de formula:

$$q = E_f F_q T \quad (\text{B.17})$$

unde,

E_f - densitatea de mijlocul suprafeței a radiației termice a flăcării, $\text{kW} \text{m}^{-2}$;

F_q - coeficient unghiular de iradiere;

T - coeficient de transmitanța atmosferică.

Valoarea E_f se adoptă pe baza datelor experimentale sau conform tabelului B.3.

Tabelul B.3 - densitatea de mijlocul suprafeței a radiației termice a flăcării în funcție de diametrul focarului și de rata specifică de masă a arderii pentru unii combustibili lichizi cu hidrocarburi

Hidrocarburi	$E_f, \text{kW} \text{m}^{-2}$					$M, \text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
	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 diametre focarului mai mic de 10 m sau mai mare de 50 m, E_f ar trebui să fie aceeași ca și pentru diametrele focarelor 10 m și 50 m, respectiv.

În absența datelor pentru petrol și produse petroliere, este permis să se determine valoarea E_f (kW / m^2) cu formula:

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

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 / m^2) prin formula:

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

unde,

m' — rata specifică de ardere a masei, $\text{kg} / (\text{m}^2 \text{s})$;

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:

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

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 componente pentru care valorile E_f și τ' sunt maxime.

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 B.22 - B.31 și B.34, luând în considerare $\theta = 0$.

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

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

unde,
 F - aria revărsare, m².

Lungimea flăcării L (m) este determinată cu formule:
 pentru $u \geq 1$

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

pentru $u < 1$

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

pentru:

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{p_n}}} \quad (\text{B.35})$$

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:

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

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

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

B.3.4 În tabelul B.3.1 sunt prezentate valorile tipice ale intensității maxime admisibile a radiației termice pentru diferite grade de vătămare a persoanelor și a materialelor.

Tabelul B.3.1 — Valorile maxime tipice admisibile ale intensității radiației termice pentru diferite grade de vătămare a persoanelor și deteriorarea materialelor

Gradul de vătămare	Valorile maxime tipice admisibile ale intensității radiației termice, kW / m ²
Fără consecințe negative pentru o lungă perioadă de timp	1,4
Nu prezintă pericol pentru persoană care poartă haine de prelată	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 fibrelor de bumbac 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 o suprafață rugoasă (conținut de umiditate 12%) cu un timp de iradiere de 15 min	12,9
Aprinderea lemnului vopsit cu vopsea de ulei pe o suprafață planată; aprinderea placajului	17,0

B.4 Metoda de calcul a intensității radiației termice și a duratei de viață a unui glob de foc

B 4.1 Intensitatea radiației termice q (kW / m²) pentru un glob de foc este determinată de formula B.37.

B 4.2 Valoarea E_f este determinată pe baza datelor experimentale. Este permis să ia egal cu 350 kW/m².

B 4.3 Valoarea F_q se determină cu formula:

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

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.

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

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

unde,

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

B 4.5 Valoarea H poate fi luată egală cu D_s.

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

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

B 4.6 Coeficient de transmitanță atmosferică pentru t pentru globul de foc se determină cu formula:

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

B 4.7 În tabelul B.4 sunt prezentate valorile tipice ale dozelor maxime admisibile de radiație termică la acționarea globului de foc asupra persoanei.

Tabelul B.4 - Valorile tipice ale dozelor maxime admisibile de radiație termică atunci când o persoană este expusă unui glob de foc.

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/m ² , se calculează cu formula: Q = q t _s unde q — intensitatea radiației termice a globului de foc, W/m ² ; t _s — durata de viață a globului de foc, s. q și t _s se calculează în conformitate cu prezenta anexă.	

B.5 Metoda de calcul al parametrilor undei de presiune în timpul arderii amestecurilor de gaz-, vapori- și pulberi-aer în spațiu deschis

B 5.1 Metoda pentru evaluarea cantitativă a parametrilor undelor a aerului de presiune în timpul arderii amestecurilor de gaz-, vapori- și pulbere-aer.

Metodologia se aplică cazurilor de emisie de gaze, vapori sau pulberi combustibile în atmosferă la obiectivele de producție.

Principalele elemente structurale ale algoritmului de calcul sunt:

- determinarea regimului așteptat de ardere a norului;
- calculul suprapresiunii maxime și a impulsului fazei de compresie a undelor de presiune a aerului pentru diferite regimuri;
- determinarea caracteristicilor suplimentare ale sarcinii explozive;
- evaluarea efectului dăunător.

Datele inițiale pentru calculul parametrilor undelor de presiune în timpul arderii norului sunt:

- tipul de substanță combustibilă conținută în nor;
- concentrația substanței combustibile în amestecul C_r;
- concentrația stoichiometrică a unei substanțe combustibile cu aer C_{cr};

- d) masa substanței combustibile conținută în norul M_T , cu o concentrație între limita inferioară și superioară de concentrație a propagării flăcării. Este permis să se ia valoarea M_T 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;
- e) căldura specifică de ardere a unei substanțe combustibile E_{y_d} ;
- f) viteza sunetului în aer C_0 (de obicei se adoptă egală cu 340 m/s);
- g) informații despre gradul de îngrămădire din spațiul înconjurător;
- h) rezerva de energie efectivă a amestecului combustibil E , care este determinată de formula:

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

La calculul parametrilor de combustie ai unui nor situat la suprafața pământului, valoarea rezervei de energie efective se dublează.

B 5.2 Determinarea regimului de așteptare a arderii norului

Regimul de așteptare a arderii norului depinde de tipul de substanță combustibilă și de gradul de îngrămădire din spațiul înconjurător.

B 5.3 Clasificarea substanțelor combustibile în funcție de gradul de sensibilitate

Substanțele capabile să formeze amestecuri combustibile cu aerul sunt împărțite în patru clase în funcție de gradul de sensibilitate a acestora la inițierea proceselor explozive:

- a)clasa 1 - substanțe deosebit de sensibile (dimensiunea celulei de detonare este mai mică de 2 cm);
- b)clasa 2 - substanțe sensibile (dimensiunea celulei de detonare variază de la 2 până la 10 cm);
- c)clasa 3 - substanțe mediu sensibile (dimensiunea celulei de detonare variază de la 10 până la 40 cm);
- d)clasa 4 - substanțe slab sensibile (dimensiunea celulei de detonare este mai mare de 40 cm).

Clasificarea celor mai frecvente substanțe combustibile în producția industrială este prezentată în Tabelul B5. În cazul în care o substanță nu este inclusă în clasificare, aceasta trebuie să fie clasificată prin analogie cu substanțele de pe listă și, în absența informațiilor cu privire la proprietățile acestei substanțe, trebuie să clasificată în clasa 1, adică trebui luat în considerare cel mai periculos caz.

Tabelul B5

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

B 5.4 Puterea calorifică a compușilor chimici la calculul rezervei totale de degajare a energiei

La evaluarea scării daunelor cauzate de undele de presiune, trebuie să fie luată în considerare diferența de compuși chimici în căldura de ardere utilizată pentru calculul degajării totale de energie. Pentru hidrocarburile tipice, se ia în considerare valoarea căldurii specifice de ardere $E_{удo} = 44 \text{ MJ/kg}$. Pentru alte substanțe combustibile, în calculele se utilizează degajarea specifică de energie $E_{уд} = \beta E_{удo}$. Aici β este un parametru de corecție. Pentru clasele alocate condiționat de substanțe combustibile valorile parametrului β sunt prezentate în tabelul B5.1.

Tabelul B 5.1

Clase de substanțe 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

Clase de substanțe combustibile	β
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
Acetonă	0,65
Diclorobenzen	0,42
Tricloretoan	0,14

B 5.5 Clasificarea spațiului înconjurător după gradul de îngrămădire

De natura îngrămădirii spațiului înconjurător în mare măsură se determină viteza de propagare a flăcării în timpul arderii norului și, în consecință, parametrii unei de presiune. Caracteristicile îngrămădirii spațiului înconjurător sunt divizate în patru clase:

clasa I - prezența țevilor lungi, golurilor, grotelor, umplute cu amestec combustibil, în timpul arderii căreia este posibil să se aștepte formarea jeturilor turbulente de produse de ardere, având dimensiuni de cel puțin trei dimensiuni ale celei de detonare a amestecului dat. Dacă dimensiunea celei de detonare pentru un amestec dat este necunoscută, atunci dimensiunea caracteristică minimă a jeturilor se adoptă egal de 5 cm pentru substanțele combustibile din clasa 1; 20 cm - pentru substanțe combustibile din clasa 2; 50 cm - pentru substanțe combustibile din clasa 3 și 150 cm - pentru substanțe combustibile din clasa 4;

clasa II - spațiu foarte îngrămădit: prezența volumelor semi-închise, densitate mare de echipamente tehnologice, pădure, un număr mare de obstacole repetitive;

clasa III - spațiu mediu îngrămădit: instalații tehnologice independente, parcul de rezervoare;

clasa IV - spațiu ușor îngrămădit și liber.

B 5.6 Clasificarea regimurilor de ardere a norului

Pentru evaluarea efectului arderii norului, posibilele regimuri de ardere se împart în șase clase în funcție de intervalele de viteză de propagare ale acestora în modul următor:

clasa 1 — detonare sau combustie cu o viteză frontului flăcării de 500 m/s sau mai mare;

clasa 2 — deflagrație, viteză frontului flăcării de la 300 până la 500 m/s;

clasa 3 — deflagrație, viteză frontului flăcării de la 200 până la 300 m/s;

clasa 4 — deflagrație, viteză frontului flăcării de la 150 până la 200 m/s;

clasa 5 — deflagrație, viteză frontului flăcării se determină cu formula:

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

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:

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

unde,

k_2 — constantă egală cu 26;

M — masa substanței combustibile conținute în nor, kg;

B 5.7 Regimul așteptat de ardere a norului

Regimul așteptat de ardere a norului se determină conform tabelului B 5.2, în funcție de clasa substanței combustibile și clasa de îngrămădire a spațiului înconjurător.

Tabelul B.5.2

Clasa substanței combustibile	Clasa de îngrămădire 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 de clasa 2-4, viteza vizibilă a frontului de flacără se calculează suplimentar în funcție de raportul B. 42. În cazul în care valoarea obținută este mai mare decât viteza maximă corespunzătoare acestei clase, se ia conform formulei B. 43.

B 5.8 Calculul suprapresiunii maxime și a impulsului fazei de compresie a undelor de presiune a aerului

Parametrii undelor de presiune a aerului (presiunea excesivă ΔP și impulsul fazei de compresie I^+) în funcție de distanța de la centrul norului sunt calculați pe baza regimului așteptat de ardere a norului.

Clasa 1 a regimului de ardere a norului

Distanță adimensională corespunzătoare se calculează cu formula:

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

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):

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

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

Formulele B.45, B.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 B.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:

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

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

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

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

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

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

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

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

unde,

σ — gradul de expansiune a produselor de ardere (pentru amestecurile de gaz- și vapori-aer se admite de adoptat egal cu 7, pentru amestecurile de pulbere-aer 4);

u — viteza vizibilă a frontului flăcării, m/s.

În cazul deflagrației unui nor de pulbere-aer, valoarea rezervei efective de energie este înmulțită cu coeficientul $(\sigma - 1)/\sigma$.

Formulele B.49, B.50 sunt valabile pentru valori R_x care sunt mai mare de valoarea $R_{Kp1} = 0,34$; în cazul, dacă $R_x < R_{Kp1}$, în formulele B.49, B.50 în locul R_x se substituie valoarea R_{Kp1} .

Valorile dimensionale ale suprapresiunii și impulsului fazei de compresie se determină de formulele B.47, B.48. În acest caz, în formulele B.47, B.48, în loc de P_x și I_x , se substituie valorile P_{x1} și I_{x1} .

B.6 Metodă de calculul a parametrilor undei de presiune în timpul exploziei unui rezervor cu un lichid supraîncălzit sau gaz lichefiat la acțiunea asupra acestora a focarului de incendiu

În cazul nimeririi rezervorului închis cu gaz lichefiat, cu lichid ușor inflamabil (LUI) sau combustibil (LC) în focarul incendiului poate fi încălzit conținutul rezervorului la o temperatură care depășește semnificativ punctul de fierbere normal, cu o creștere corespunzătoare a presiunii. Datorită încălzirii pereților neumeziți ai vasului, caracteristicile de rezistență ale materialului se reduc, drept urmare, în anumite condiții, este posibilă ruperea rezervorului cu apariția undelor de compresie. Indicatoul δ , care caracterizează posibilitatea apariției undelor de compresie se calculează după formula:

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

unde,

c_p —căldura specifică a fazei lichide, J/kg K (este permis se adoptă egală cu 2000 J/kg K);

T —temperatura fazei lichide corespunzătoare temperaturii vaporului saturat la presiunea supapei de siguranță, K;

$T_{кин}$ — temperatura normală de fierbere al unei substanțe, K;

L — căldură specifică de evaporare la temperatura normală de fierbere $T_{кин}$, J / kg.

Dacă $\delta < 0,35$, nu apar unde de compresie. La $\delta > 0,35$ probabilitatea apariției acestui fenomen este mare.

Suprapresiune ΔP și impuls I^+ în unda de presiune, formate în timpul exploziei unui rezervor cu LUI, LC supraîncălzit sau gaz hidrocarbonat lichefiat în focarul incendiului se determină după formulele:

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

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

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

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

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 undei 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:

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

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 C
(normativă)

Metoda de calcul al probabilității condiționate de vătămare a persoanelor

C.1 La evaluarea riscului de incendiu pentru o instalație exterioară, trebuie luate în considerare următoarele factori periculoși:

- suprapresiunea și impulsul undelor de presiune în timpul arderii amestecurilor de gaz-, vapori- sau pulbere-aer în spațiu deschis;
- radiație termică în timpul incendiilor de revărsare lichidelor inflamabile și incendiilor de materiale solide, realizarea a unui "globului de foc", combustie cu jet;
- expunerea la produse de ardere la temperaturi ridicate a unui amestec de gaze- sau vapori-aer într-un spațiu deschis.

Dacă pentru instalația exterioară considerată este imposibilă realizarea a oricăruia dintre factorii periculoși de mai sus, atunci acest factor nu este luat în considerare la evaluarea riscului potențial.

Probabilitate condițională $Q_{dj}(a)$ a vătămării persoanei la realizarea j scenariului de dezvoltare a avariei, de regulă se calculează conform valorilor funcției probit Pr . Interconexiune mărimii Pr și probabilității condiționale de vătămare se determină conform tabelului C.1, între punctele de referință ale cărora este posibilă interpolare liniară.

Tabelul C.1 - Valorile probabilității condiționale de vătămare umană în funcție de valoarea funcției probit Pr

Probabilitate condițională de vătămare, %	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

C.2 Probabilitatea condiționată de vătămare a unei persoane prin presiune excesivă în timpul arderii amestecurilor de gaz-, vapori-, pulbere-aer la o distanță de r la epicentru este determinată în următoarea secvență:

- se calculează suprapresiunea ΔP și impuls i conform metodelor prezentate în anexa B;
- pe baza valorilor ΔP și i , se calculează valoarea funcției probit Pr după formulele:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln(V), \quad (C.1),$$

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

unde,

ΔP - suprapresiune, Pa;

i - impuls de undă de presiune, Pa/s.

Cu ajutorul tabelului C1, 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 $Qdj(a) = 99,9\% = 0,999$.

C.3 Probabilitatea condițională de vătămare a unei persoane prin radiații termice într-un incendiu al unei revărsări de lichid combustibil, un incendiu dintr-un material solid sau un „glob de foc” este determinată în următoarea secvență:

a) se calculează valoarea Pr după formula:

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

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

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

unde,

t_0 - timpul caracteristic de detectare a incendiului, s (se permite de adoptat $t = 5$ s);

X - distanța de la amplasarea unei persoane până la o zonă în care intensitatea radiației termice nu depășește 4 kW m^{-2} , m;

u - viteza de deplasare a persoanei, m s^{-1} (se permite de adoptat $u = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$);

2) pentru acțiunea „globului de foc”, valoarea se adoptă în conformitate cu anexa B.

b) cu ajutorul tabelului C1 se determină probabilitatea condițională de vătămare a unei persoane prin radiații termice.

În cazul în care raza focarului de incendiu în timpul unui incendiu cu revărsare, un incendiu cu materiale solide sau realizarea unui „glob de foc” este mai mare sau egală cu 30 m, probabilitatea condițională de vătămare a unei persoane se adoptă egală de 100%.

C.4. Probabilitatea condițională de vătămare a unei persoane în timpul arderii cu jet se calculează în modul următor:

- se determină lungimea torței conform metodei în conformitate cu anexa B;

- dacă $L_\phi \geq 30$ m, probabilitatea condițională de vătămare se adoptă egală cu 6%;

- dacă $L_\phi < 30$ m, probabilitatea condițională de vătămare se adoptă egală cu 0.

C.5. Probabilitatea condițională de vătămare a unei persoane ca urmare a expunerii la produse de ardere la temperatură ridicată a unui amestec de gaze- sau vapori-aer la realizarea unui incendiu-flash se calculează în modul următor:

- se determină raza de acțiunea a produselor de ardere la temperaturi ridicate ale unui amestec de gaze sau vapori-aer într-un spațiu deschis conform metodei în conformitate cu anexa B;

- dacă $R_F \geq 30$ m, probabilitatea condițională de vătămare se adoptă egală cu 100%;

- dacă $R_F < 30$ m, probabilitatea condițională de vătămare se adoptă egală cu 0.

Anexa D
(informativă)

Determinarea valorii de calcul a coeficientului Z de participare la ardere a gazelor și vaporilor combustibili de lichide ușor inflamabile neîncălzite

D.1 Formule de calcul prezentate în anexa D se utilizează pentru cazul $100m/(\rho_{r,n}V_{cb}) < 0,5C_{HKPP}$.

C_{HKPP} - concentrația limita inferioară de propagare a flăcării pentru gaze sau vapori, % (în volum), și pentru încăperi în formă de paralelipiped dreptunghiular cu raportul dintre lungime la lățime de minim 5.

D.2 Coeficientul Z de participare a gazelor și vaporilor combustibili ai lichidelor ușor inflamabile care nu sunt încălzite peste temperatura mediului înconjurător la nivelul de semnificație specificat Q ($C > \bar{C}$) se determină cu formulele:

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

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

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

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

unde,

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

- în absența mobilității mediului aerian pentru gazele combustibile

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

- în cazul mediului aerian mobil, pentru gazele combustibile

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

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

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

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

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

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;

$X_{HKPP}, Y_{HKPP}, Z_{HKPP}$, - 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 D.1 - Abaterile admisibile de concentrație δ la nivelul de semnificație specificat $Q(C > \bar{C})$,

Caracterul distribuiri concentrațiilor	$Q(C > \bar{C})$,	δ
Pentru gazele combustibile în cazul mediului aerian imobil	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 gazele combustibile în cazul mediului aerian mobil	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 vaporii de lichide ușor inflamabile în cazul mediului aerian imobil	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 vaporii de lichide ușor inflamabile în cazul mediului aerian mobil	0,1	1,21
	0,05	1,27
	0,01	1,38
	0,003	1,45
	0,001	1,51
	0,000001	1,75

D.3 Concentrația C_K poate fi determinată cu formula:

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

unde,

P_K - presiunea vaporilor saturați la temperatura de calcul (se determină din documentele normative), kPa;

P_0 - presiunea atmosferică, egală cu 101 kPa.

Valoarea nivelului de semnificație $Q(C > \bar{C})$, se alege reieșind din particularitățile procesului tehnologic.

Se admite să se adopte $Q(C > \bar{C})$, egal cu 0,05.

D.4 Coeficientul Z de participare a vaporilor de lichide ușor inflamabile la arderea amestecului de vapori-aer poate fi determinată din graficul prezentat în figura D.1.

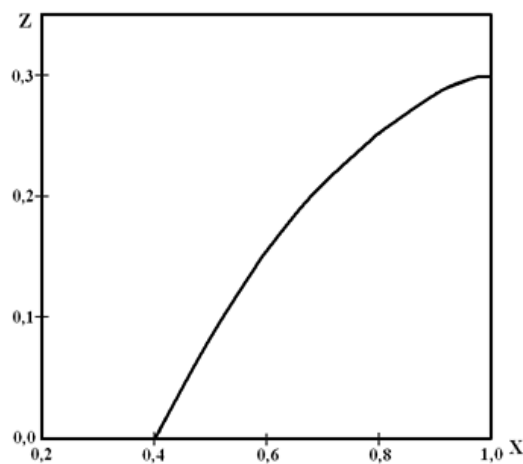


Figura D.1 - Dependența Z de la X

Valoarea X se determină cu formula:

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

unde,

C^* - mărime, calculată cu relația:

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

unde,

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

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

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

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

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

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_{HKPP} , Y_{HKPP} , și Z_{HKPP} se adoptă egale cu 0.

Bibliografie

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

[2]

[3]

Traducerea autentică a documentului normativ în limba rusă

1 Область применения

1.1 Настоящий нормативный документ по пожарной безопасности устанавливает методы определения классификационных признаков отнесения зданий (или частей зданий между противопожарными стенами - пожарных отсеков), сооружений, строений и помещений (далее по тексту - 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 по тексту - 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 возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара.

Классификация наружных установок по пожарной опасности используется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара на наружных установках.

1.3 Настоящий норматив не распространяется:

а) на помещения и здания для производства и хранения взрывчатых веществ (далее - ВВ), средств инициирования ВВ, здания и сооружения, проектируемые по специальным нормам и правилам, утвержденным в установленном порядке;

б) на наружные установки для производства и хранения ВВ, средств инициирования ВВ, наружные установки, проектируемые по специальным нормам и правилам, утвержденным в установленном порядке, а также на оценку уровня взрывоопасности наружных установок.

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

2 Нормативные ссылки

В настоящем нормативе использованы нормативные ссылки на следующий документы:

NCM E.03.01-2005	Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor. Terminologie
NCM E.03.02-2014	Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor
RT DSE 1.01-2005	Reguli generale de apărare împotriva incendiilor în Republica Moldova

Standarde de referință specifice și conexe domeniului securității la incendiu

SM ISO 3864-1:2016	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 1: Principii de proiectare pentru semne de securitate și marcaje de securitate.
SM ISO 3864-2:2017	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 2: Principii de proiectare pentru etichetarea de securitate a produselor.
SM ISO 3864-3:2016	Simboluri grafice. Culori și semne de securitate. Partea 3: Principii de proiectare simboluri grafice utilizate în semnele de securitate.

SM ISO 3864-4:2016	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 - A7:2016 - 2017	Simboluri grafice. Culori de securitate și semne de securitate. Semne de securitate înregistrate.
SM EN ISO 13943:2018	Securitate la incendiu. Vocabular

Примечание - При использовании настоящим нормативом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при использовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем нормативе применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

аварийная ситуация

ситуация, характеризующаяся вероятностью возникновения аварии с возможностью дальнейшего ее развития

3.2

взрыв паровоздушного облака

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

3.3

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

Процесс сгорания образовавшейся в ограниченном объеме горючей паровоздушной смеси с повышением давления в этом объеме

3.4

взрыв резервуара с перегретой жидкостью при воздействии на него очага пожара

процесс разрушения резервуара при нагреве от очага пожара находящейся в резервуаре жидкости до температуры, превышающей нормальную температуру кипения, с дальнейшим взрывообразным вскипанием жидкости. Процесс сопровождается образованием волн давления, и, если жидкость горючая, "огненным шаром"

3.5

взрывоопасная смесь

смесь воздуха или окислителя с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими пылями или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва 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 частей здания между противопожарными стенами - пожарных отсеков), сооружения, строения, помещения, наружной установки

3.8

логическое дерево событий

графическое отражение общего характера развития возможных аварийных ситуаций и аварий с отражением причинно-следственной взаимосвязи событий в зависимости от специфики опасности объекта оценки риска с учетом влияния на них имеющихся защитных мероприятий

3.9

огненный шар

крупномасштабное диффузионное горение, реализуемое при разрыве резервуара с горючей жидкостью или газом под давлением с воспламенением содержимого резервуара

3.10

пожар в помещении

процесс диффузионного горения твердых, жидких и газообразных горючих веществ, находящихся в помещении, вызывающий прогрев строительных конструкций и технологического оборудования с возможной потерей ими несущей способности

3.11

проектная авария

авария, для предотвращения которой в проекте промышленного объекта предусмотрены системы обеспечения безопасности, гарантирующие обеспечение заданного уровня безопасности

3.12

пожарная нагрузка

Количество теплоты, которое может выделиться в помещение при пожаре

3.13

размер зоны

протяженность ограниченной каким-либо образом части пространства

3.14

сценарий аварии

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

3.15

удельная пожарная нагрузка

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

3.16

частота реализации сценария аварии

частота возникновения и развития возможного сценария аварии в определенный период времени

4 Общие положения

4.1 По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, В, С1-С4, D и E, а здания - на категории А, В, С, D и E.

По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории АЕх, ВЕх, СЕх, ДЕх и ЕЕх.

4.2 Категории помещений и зданий определяются, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

Категории наружных установок определяются, исходя из пожароопасных свойств находящихся в установках горючих веществ и материалов, их количества и особенностей технологических процессов.

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

Допускается использование официально опубликованных справочных данных по пожароопасным свойствам 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 пожарный риск очень большой	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное 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 расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Уточнения к пункту А	
<p>Не относятся к категориям А и В по взрывопожарной опасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использование твердых, жидких и газообразных веществ в качестве топлива для горения; - утечки и выбросы газа, поров, пыли в количестве, которое не может сформировать с воздухом взрывоопасную смесь. <p>В таких ситуациях классификация производится по категориям С, D или Е, в зависимости от плотности тепловой нагрузки и пожарной опасности в целом.</p>	
В пожарный риск очень большой	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 до 100 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
С1-С4 пожарный риск большой	Горючие и трудногорючие жидкости с температурой вспышки паров более 100°С, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), 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
D средний пожарный риск	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Е малый пожарный риск	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии или горючие материалы в состоянии повышенной влажности (более 80%), когда возможность их возгорания исключена

Уточнения к пункту Е
<p>К данной категории также относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - горючие жидкости с температурой вспышки паров более 100°С обращающиеся в системах гидравлики, охлаждения, смазки, фильтрации, термообработки в объеме, не превышающем 2 м³ при условии принятия мер по предотвращению распространения разлива на площадь более 10 м²; - электрооборудование, при содержании до 60 кг масла 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, на стеллажах или поддонах при плотности пожарной нагрузки до 50 МДж/м².
<p>Примечания:1 - Методы определения категорий помещений А и В устанавливаются в соответствии с приложением А.</p> <p>Примечания:2 - Отнесение помещения к категории С1, С2, С3 или С4 осуществляется в зависимости от количества и способа размещения пожарной нагрузки в указанном помещении и его объемно-планировочных характеристик, а также от пожароопасных свойств веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Разделение помещений на категории С1-С4 регламентируется положениями в соответствии с приложением В.</p>

5.2 Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в таблице 1, от 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 суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

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

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

6.4 Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и В превышает 5% суммированной площади всех помещений или 200 м².

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

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

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

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

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

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

7 Категории наружных установок по пожарной опасности

7.1 Категории наружных установок по пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 - Категории наружных установок по пожарной опасности

Категория наружной установки	Критерии отнесения наружной установки к той или иной категории по пожарной опасности
АЕх пожарный риск очень большой	Установка относится к категории АЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) 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 пожарный риск очень большой	Установка относится к категории ВЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) 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 пожарный риск большой	Установка относится к категории СЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие и (или) трудногорючие жидкости, твердые горючие и (или) трудногорючие вещества и (или) материалы (в том числе пыли и (или) волокна), вещества и (или) материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом гореть, и если не реализуются 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 средний пожарный риск	Установка относится к категории ДЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) негорючие вещества и (или) материалы в горячем, раскаленном и (или) расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и (или) пламени, а также горючие газы, жидкости и (или) твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
ЕЕх малый пожарный риск	Установка относится к категории ЕЕх, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и (или) материалы в холодном состоянии и если по перечисленным выше критериям она не относится к категории АЕх, ВЕх, СЕх или ДЕх

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

7.3 В случае, если из-за отсутствия данных представляется невозможным оценить величину пожарного риска, допускается использование вместо нее следующих критериев.

Для категорий АЕх и ВЕх:

- горизонтальный размер зоны, ограничивающей газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР), превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров) и (или) расчетное 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·м.

Горизонтальные размеры зон, ограничивающих газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, определяются в соответствии с приложением В.

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

8 Оценка пожарного риска

8.1 Пожарный риск $P(a)$ (год⁻¹) в определенной точке территории (а), на расстоянии 30 м от наружной установки, определяют с помощью соотношения:

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

где,

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

$Qdj(a)$ - 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. Число возможных сценариев развития аварий определяется по результатам анализа возможных на наружной установке аварийных ситуаций и аварий.

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

Условную вероятность поражения человека $Qdj(a)$ 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;

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

8.4 Частоты реализации сценариев развития аварий определяют по статистическим данным и (или) на основе методик, изложенных в нормативных документах. Допускается использовать расчетные данные по надежности технологического оборудования, соответствующие специфике наружной установки.

Приложение А (нормативное)

Методы определения категорий помещений А и В

А.1 Выбор и обоснование расчетного варианта

А.1.1 При расчете критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газо-, паро-, пылевоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, пылей, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей.

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

А.1.2 Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать горючие газозоодушные, паровоздушные, пылевоздушные смеси, определяется, исходя из следующих предпосылок:

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

Расчетное время отключения трубопроводов определяют 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:

- а) времени срабатывания системы автоматического отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматического отключения не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов;
- б) 120 с, если вероятность отказа системы автоматического отключения превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;
- с) 300 с 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 свежееокрашенных 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.

A.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 легко-воспламеняющихся 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

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

где,

P_{max} - максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газозвушной или паровоздушной 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 (A.6), а для паров ЛВЖ и ГЖ по формуле (A.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_{CT} - стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (объемных), вычисляемая по формуле:

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

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

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

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.

А.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 (А.11) определяется по формуле

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

где,

W - интенсивность испарения, кг·с⁻¹·м⁻²;

F_i - 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 (А.11) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работ.

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

А.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:

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

где

η коэффициент, принимаемый по таблице А.2 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;

P_n - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости t_p , определяемое по справочным данным, кПа.

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

Скорость воздушного потока в помещении, м·с ⁻¹	Значение коэффициента n 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

А.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;
 $L_{ксп}$ - удельная теплота испарения жидкости при начальной температуре испарения, определяемая по справочным данным, Дж·кг⁻¹.

При отсутствии справочных данных допускается рассчитывать $L_{ксп}$ 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

А.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 аэрозоль становится неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для оценки величины F допускается принимать $F = 1$.

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

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

где

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

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

$\rho_{ст}$ - стехиометрическая концентрация горючей пыли в аэрозоль, 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 взвихрившейся 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,

$K_{г}$ - доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

$K_{у}$ - коэффициент эффективности пылеуборки. Принимают равным 0,6 при сухой и 0,7 - при влажной пылеуборке (ручной). При механизированной вакуумной пылеуборке для ровного пола $K_{у}$ 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 межуборочный период, определяется по формуле

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

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.

A.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 A.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 расчета критериев пожарной опасности наружных установок

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

В.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:

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

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 В.1.3-В.1.9.

В.1.2 При невозможности реализации метода по В.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 В.1.3-В.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.

В.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 В.1.1 или В.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;

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

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

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

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

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:

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

где,

P_1 - давление в аппарате, кПа;

V - объем аппарата, м³;

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

где,

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

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

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

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 В.1.3, с;

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

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.

В.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

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

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 (В.7) определяют из выражения

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

где,

W - интенсивность испарения, $кг \cdot с^{-1} \cdot м^{-2}$;

F_K - площадь испарения, $м^2$, определяемая в соответствии с В.1.3 в зависимости от массы жидкости m_n , вышедшей в окружающее пространство;

T - продолжительность поступления паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в окружающее пространство согласно В.1.3, с.

Величину $m_{пер}$ определяют по формуле (при $T_a > T_{кип}$)

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

где,

m_n - 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 (В.7) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работы.

В.1.6 Масса m_n вышедшей жидкости, кг, определяют в соответствии с В.1.3.

В.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

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

где,

M - молярная масса, $кг \cdot кмоль^{-1}$;

P_K - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, определяемое по справочным данным, $кПа$.

В.1.8 Масса паров жидкости, нагретой выше расчетной температуры, но не выше температуры кипения жидкости, определяется в соответствии с А.2.8 (приложение А).

В.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

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

где,

M - молярная масса СУГ, $кг \cdot моль^{-1}$;

$L_{исп}$ - молярная теплота испарения СУГ при начальной температуре СУГ $T_{ж}$, $Дж \cdot моль^{-1}$;

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).

В.2 Метод расчета максимальных размеров взрывоопасных зон, ограниченных нижним концентрационным пределом распространения пламени газов и паров жидкостей, размеров зон поражения при реализации пожара — вспышки

В.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)

$$R_{НКПР} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{Г}}{\rho_{Г} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (В.12)$$

$$Z_{НКПР} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{Г}}{\rho_{Г} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (В.13)$$

- для паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ):

$$R_{НКПР} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{П}}{\rho_{П} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (В.14)$$

$$Z_{НКПР} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{П}}{\rho_{П} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0,33}, \quad (В.15)$$

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/м³;

$C_{НКПР}$ - 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.

В.2.2 В случае образования паровоздушной смеси в незагроможденном технологическом оборудовании 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 RF определяется формулой:

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

где,

$R_{НКПР}$ — горизонтальный размер взрывоопасной зоны, определяемый по формуле В.14 настоящего приложения.

В.3 Метод расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

В.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:

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

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 В.3.

Таблица В.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:

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

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:

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

где,

m' — удельная массовая скорость выгорания, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;

H_{cr} — удельная теплота сгорания, $\text{кДж}/\text{кг}$;

L — длина пламени, м.

При отсутствии данных для однокомпонентных жидкостей допускается величину m' , $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, определять по формуле

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

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.

В.3.2 Угловой коэффициент облученности F_q определяется по формуле:

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2}, \quad (\text{B.21})$$

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:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \text{arctg} D + E \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1+a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \text{arctg} \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} x \right. \\ \left. x \left[\text{arctg} \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \text{arctg} \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \right\} \quad (\text{B.22})$$

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

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

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

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

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

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

$$D = \sqrt{\frac{b-1}{b+1}}, \quad (\text{B.29})$$

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

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

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 В.22 — В.31 и В.34, принимая $\theta = 0$.

Эффективный диаметр пролива d (м) рассчитывается по формуле:

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

где,

F - площадь пролива, м².

Длина пламени L (м) определяется по формулам:

при $u_* > 1$

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

при $u_* < 1$

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

где:

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

где,

m' — удельная массовая скорость выгорания топлива, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;

P_a — плотность окружающего воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$;

P_n — плотность насыщенных паров топлива при температуре кипения, $\text{кг}/\text{м}^3$;

w_0 — скорость ветра, $\text{м}/\text{с}$;

g — ускорение свободного падения ($9,81 \text{ м}/\text{с}^2$).

Угол отклонения пламени от вертикали под действием ветра θ рассчитывается по формуле:

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

Коэффициент пропускания атмосферы для пожара пролива определяется по формуле:

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

В.3.4 В таблице В.3.1 представлены типичные значения предельно допустимой интенсивности теплового излучения для различных степеней поражения человека и материалов.

Таблица В.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, $\text{кВт}/\text{м}^2$
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

В.4 Метод расчета интенсивности теплового излучения и времени существования огненного шара

В 4.1 Интенсивность теплового излучения q (кВт/м²) для огненного шара определяется по формуле В.37.

В 4.2 Величина E_f определяется на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать равной 350 кВт/м².

В 4.3 Значение F_q определяется по формуле:

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

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.

В 4.4 Эффективный диаметр огненного шара D_s (м) определяется по формуле:

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

где,

m — масса продукта, поступившего в окружающее пространство, кг.

В 4.5 Величину H допускается принимать равной D_s .

Время существования огненного шара t_s (с) определяется по формуле:

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

В 4.6 Коэффициент пропускания атмосферы T для огненного шара рассчитывается по формуле:

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

В 4.7 В таблице В.4 представлены типичные значения предельно допустимых доз теплового излучения при воздействии огненного шара на человека.

Таблица В.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/м ² , рассчитывают по формуле: $Q = q t_s$ где, q — интенсивность теплового излучения огненного шара, Вт/м ² ; t_s — время существования огненного шара, с. q и t_s вычисляют в соответствии с настоящим приложением.	

В.5 Метод расчета параметров волны давления при сгорании газо-, паро- и пылевоздушных смесей в открытом пространстве

В 5.1 Методика количественной оценки параметров воздушных волн давления при сгорании газо-паро 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 $C_{ст}$;
- 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:

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

При расчете параметров сгорания облака, расположенного на поверхности земли, величина эффективного энергозапаса удваивается.

В 5.2 Определение ожидаемого режима сгорания облака

Ожидаемый режим сгорания облака зависит от типа горючего вещества и степени загроможденности окружающего пространства.

В 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:

- класс 1 — особо чувствительные вещества (размер детонационной ячейки менее 2 см);
- класс 2 — чувствительные вещества (размер детонационной ячейки лежит в пределах от 2 до 10 см);
- класс 3 — средне чувствительные вещества (размер детонационной ячейки лежит в пределах от 10 до 40 см);
- класс 4 — слабо чувствительные вещества (размер детонационной ячейки больше 40 см).

Классификация наиболее распространенных в промышленном производстве горючих веществ приведена в таблице В5. 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 В5

Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Ацетилен Винилацетилен Водород Гидразин Изопропилнитрат Метилацетилен	Акрилонитрил Акролеин Бутан Бутилен Бутадиен 1,3-Пентадиен	Ацетальдегид Ацетон Бензин Винилацетат Винилхлорид Гексан	Бензол Декан о-Дихлорбензол Додекан Метан Метилбензол

Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Нитрометан Окись пропилена Окись этилена Этилнитрат	Пропан Пропилен Сероуглерод Этан Этилен Эфиры: диметиловый дивиниловый метилбутиловый Широкая фракция легких углеводородов	Изооктан Метиламин Метила цетат Метилбутилкетон Метилпропилкетон Метилэтил кетон Октан Пиридин Сероводород Спирты: метиловый этиловый пропиловый амиловый изобутиловый изопропиловый Циклогексан Этил формиат Этилхлорид	Метилмеркаптан Метилхлорид Окись углерода Этиленбензол

В 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 углеводородов принимается в расчет значение удельной теплоты сгорания $E_{уд}$ = 44 МДж/кг. Для иных горючих веществ в расчетах используется удельное энерговыделение $E_{уд} = \beta E_{уд}$. Здесь β — корректировочный параметр. Для условно выделенных классов горючих веществ величины параметра β представлены в таблице В 5.1.

Таблица В 5.1

Классы горючих веществ	β
Класс 1	
Ацетилен	1,1
Метилацетилен	1,05
Винилацетилен	1,03
Окись этилена	0,62
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

Классы горючих веществ	β
Диизопропиловый эфир	0,82
ШФЛУ	1
Пропилен	1
Пропан	1
Класс 3	
Винилхлорид	0,42
Кумол	0,84
Метиламин	0,70
Спирты:	
Метиловый	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
Оксид углерода	0,23
Дихлорэтан	0,24
Сероводород	0,34
Ацетон	0,65
Дихлорбензол	0,42
Трихлорэтан	0,14

В 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.

В 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:

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

где,

k_1 — константа, равная 43;

M — масса горючего вещества, содержащегося в облаке, кг;

класс 6 — дефлаграция, скорость фронта пламени определяется по формуле

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

где,

k_2 — константа, равная 26;

M — масса горючего вещества, содержащегося в облаке, кг;

В 5.7 Ожидаемый режим сгорания облака

Ожидаемый режим сгорания облака определяется с помощью таблицы В.5.2, в зависимости от класса горючего вещества и класса загроможденности окружающего пространства.

Таблица В.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 В. 42. В том случае, если полученная величина больше максимальной скорости, соответствующей данному классу, она принимается по формуле В. 43.

В 5.8 Расчет максимального избыточного давления и импульса фазы сжатия воздушных волн давления.

Параметры воздушных волн давления (избыточное давление ΔP и импульс фазы сжатия / +) 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:

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

где,

R — расстояние от центра облака, м;

P₀ — 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):

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

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

Формулы B.45, B.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 B.46 вместо R_x подставляется величина R_x = 0,14.

Размерные величины избыточного давления и импульса фазы сжатия определяются по формулам:

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

$$I^+ = I_x \cdot P_0^{2/3} \cdot \frac{E^{1/3}}{C_0}, \quad (\text{B. 48})$$

В 5.8 Классы 2—6 режимов сгорания облака

Рассчитывается безразмерное расстояние R_x от центра облака по формуле B.44.

Рассчитываются величины безразмерного давления (P_{x1}) и импульса фазы сжатия I_{x1} по формулам:

$$P_{x1} = \left(\frac{u^2}{C_0^2}\right) \cdot \left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right) \cdot \left(\frac{0,83}{R_x} - \frac{0,14}{R_x^2}\right), \quad (\text{B. 49})$$

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

$$W = \frac{u}{C_0} \cdot \left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right), \quad (\text{B. 51})$$

где,

σ — степень расширения продуктов сгорания (для газо-, паровоздушных смесей допускается приниматься равным 7, для пылевоздушных смесей 4);

и — видимая скорость фронта пламени, м/с.

В случае дефлаграции пылевоздушного облака величина эффективного энергозапаса умножается на коэффициент (σ — 1)/σ.

Формулы B.49, B.50 справедливы для значений R_x больших величины R_{кр1} = 0,34; в случае, если R_x < R_{кр1}, в формулы B.49, B.50 вместо R_x подставляется величина R_{кр1}.

Размерные величины избыточного давления и импульса фазы сжатия определяются по формулам B.47, B.48. При этом в формулы B.47, B.48 вместо P_x и I_x подставляются величины P_{x1} и I_{x1}.

В.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:

$$\delta = \frac{c_p(T - T_{\text{кип}})}{L}, \quad (\text{B.52})$$

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;

$T_{\text{кип}}$ — нормальная температура кипения вещества, К;

L — удельная теплота испарения при нормальной температуре кипения $T_{\text{кип}}$, 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:

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

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

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

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

где,

P_0 — атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

r — расстояние от центра резервуара до объекта, подвергающегося воздействию волн сжатия, м;

$m_{\text{нр}}$ — 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:

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

где,

$P_{\text{вал}}$ — 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 $P_{\text{вал}}$ (кПа, мм рт. ст., атм) должны соответствовать используемым константам Антуана.

(Spațiu liber lăsat intenționat)

Приложение С
(нормативное)

Методика вычисления условной вероятности поражения человека

С.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} (a) 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 С.1, между реперными точками которой возможна линейная интерполяция.

Таблица С.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

С.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 В;
- исходя из значений ΔP и i , вычисляют величину пробит-функции Pr по формулам:

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

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

где,
 ΔP - избыточное давление, Па;
 i - импульс волны давления, Па·с.

С помощью таблицы С.1 определяют условную вероятность поражения человека. Например, при значении Pr 2,95 значение $Qdj(a)=2\%=0,02$, а при $Pr=8,09$ значение $Qdj(a)=99,9\%=0,999$.

С.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

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

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

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

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 В.

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%.

С.4. Условную вероятность поражения человека при струйном горении вычисляют следующим образом:

- определяют длину факела по методу в соответствии с приложением В;
- 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.

С.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 В;
- 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 D
(информационное)

Расчетное определение коэффициента Z участия в горении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей

D.1 Приведенные в приложении D 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.

D.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 $Y_{НКПР} \leq \frac{1}{2}S$

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \pi}{m} \rho_{г,л} \left(C_0 + \frac{C_{НКПР}}{\delta} \right) X_{НКПР} Y_{НКПР} Z_{НКПР}, \quad (D.1)$$

- при $X_{НКПР} \leq \frac{1}{2}L$ и $Y_{НКПР} > \frac{1}{2}S$

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \pi}{m} \rho_{г,л} \left(C_0 + \frac{C_{НКПР}}{\delta} \right) F Z_{НКПР}, \quad (D.2)$$

где,

C_0 - предэкспоненциальный множитель, % (объемных), равный:

- при отсутствии подвижности воздушной среды для горючих газов

$$C_0 = 3,77 \cdot 10^3 \frac{m}{\rho_{г,л} V_{св}}, \quad (D.3)$$

- при подвижности воздушной среды для горючих газов

$$C_0 = 3 \cdot 10^2 \frac{m}{\rho_{г,л} V_{св} U}, \quad (D.4)$$

- при отсутствии подвижности воздушной среды для паров легковоспламеняющихся жидкостей

$$C_0 = C_K \left(\frac{m \cdot 100}{C_K \rho_{л} V_{св}} \right)^{0,41}, \quad (D.5)$$

- при подвижности воздушной среды для паров легковоспламеняющихся жидкостей

$$C_0 = C_K \left(\frac{m \cdot 100}{C_K \rho_{л} V_{св}} \right)^{0,46}, \quad (D.6)$$

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 (D.10) - (D.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 D.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

D.3 Концентрация C_k может быть найдена по формуле

$$C_k = 100 \frac{P_k}{P_0}, \quad (D.7)$$

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.

D.4 Коэффициент Z участия паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей при сгорании паровоздушной смеси может быть определен по графику, приведенному на рисунке D.1.

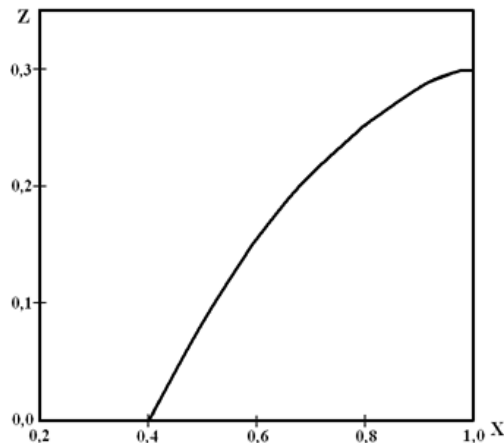


Рисунок D.1 – Зависимость Z от X

Значения X рассчитывают по формуле

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

Где,

C^* - величина, задаваемая соотношением

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

где,

φ - эффективный коэффициент избытка горючего, принимаемый равным 1,9.

Расстояния $X_{НКПР}$, $Y_{НКПР}$, и $Z_{НКПР}$ рассчитывают по формулам:

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

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

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

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 $X_{НКПР}$, $Y_{НКПР}$, и $Z_{НКПР}$ принимаются равными 0.

Конец перевода

Содержание

Membrii Comitetului tehnic pentru normare tehnică și standardizare în construcții Comitetul Tehnic CT-C E. (01-03) "Fiabilitatea, siguranța și protecția clădirilor și construcțiilor":

Președinte	Zolotcov Anatolie
Secretar	Scamina Raisa
Reprezentant	Cucerca Aliona
Membri	Șevcenco Alexandru
	Mașaev Denislav
	Gorbatovschi Victor
	Axenti Tudor
	Chircu Sergiu
	Cutia Evgheni

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.03.04:2025

„Determinarea categoriilor de pericol de explozie-incendiu
și de incendiu a încăperilor și clădirilor”

Responsabil de ediție ing. G. Curilina

Tiraj ___ ex. Comanda nr. ___

Tipărit I.P. OATUCL.
str. Independenței, 6/1
www.oatucl.md