



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙ ПРИМІЩЕНЬ,
БУДИНКІВ ТА ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК
ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ
НЕБЕЗПЕКОЮ**

ДСТУ Б В.1.1-36:2016

Видання офіційне

Київ
Мінрегіон України
2016

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Український науково-дослідний інститут цивільного захисту (УкрНДІЦЗ)

РОЗРОБНИКИ: **М. Білошицький**, канд. хім. наук; **В. Ніжник**, канд. техн. наук (науковий керівник); **С. Огурцов**, канд. техн. наук; **В. Куликівський**; **С. Семичасівський**; **Н. Кравченко**

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 15.06.2016 р. № 158, чинний з 2017-01-01

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою)

4 Згідно з ДБН А.1.1-1-93 "Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення" цей стандарт відноситься до комплексу В.1.1 "Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі"

ЗМІСТ

	С.
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	2
4 Позначки та скорочення	4
5 Загальні положення	5
6 Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою	5
7 Методи розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою приміщень	6
7.1 Вибір та обґрунтування розрахункового варіанту	6
7.2 Розрахунок надлишкового тиску вибуху для горючих газів, парів легкозаймистих та горючих рідин	7
7.3 Розрахунок надлишкового тиску вибуху для горючого пилу	12
7.4 Розрахунок надлишкового тиску вибуху для речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним	14
7.5 Розрахунок надлишкового тиску вибуху для вибухонебезпечних сумішей, які містять ГГ, пари ЛЗР та ГР і/або горючий пил	14
7.6 Визначення категорій приміщень за пожежною небезпекою	14
8 Категорії будинків та протипожежних відсіків за вибухопожежною та пожежною небезпекою	16
9 Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою	17
10 Методи розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою зовнішніх установок	18
10.1 Методи розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою для горючих газів і парів ЛЗР та ГР	18
10.2 Метод розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою для горючого пилу	22
10.3 Метод розрахунку інтенсивності теплового випромінювання від вогнища пожежі	24
Додаток А	
Розрахункове визначення значення коефіцієнта Z участі горючих газів і парів ненагрітих легкозаймистих рідин у вибуху	27

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙ ПРИМІЩЕНЬ, БУДИНКІВ ТА ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ, ЗДАНИЙ И НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

DEFINITION OF CATEGORIES ROOMS, BUILDINGS AND OUTDOOR INSTALLATIONS ON EXPLOSION AND FIRE HAZARD

Чинний від 2017-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт установлює вимоги до визначення категорій приміщень і будинків (або частин будинків у межах протипожежних відсіків) виробничого та складського призначення, лабораторій, а також зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою залежно від кількості й пожежовибухонебезпечних властивостей речовин і матеріалів, що в них знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються), з урахуванням особливостей технологічних процесів виробництва та об'ємно-планувальних рішень, наявності технічних засобів, що запобігають виникненню аварійних ситуацій.

Цей стандарт застосовують на стадії проектування, експлуатації, реконструкції, технічного переоснащення та зміни технологічного процесу у приміщеннях, будинках та зовнішніх установках незалежно від форм власності та відомчої належності, а також під час розроблення відомчих норм технологічного проектування та переліків приміщень з визначенням категорій за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок, які визначені відповідно до цього стандарту, слід використовувати для встановлення вимог щодо забезпечення вибухопожежної та пожежної безпеки зазначених приміщень, будинків та зовнішніх установок стосовно планування і забудови, поверховості, площ, розташування приміщень, конструктивних рішень, інженерного устаткування та систем протипожежного захисту.

Цей стандарт не поширюється на будинки та приміщення, призначені для виробництва, зберігання і утилізації вибухових речовин і засобів підривань, а також зовнішні установки для їх виробництва.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативно-правові акти, нормативні акти та нормативні документи:

Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403-VI

НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок

ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва

ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять

ДСТУ 3855-99 Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. Терміни та визначення (ISO 3261:1975, NEQ)

ДСТУ ГОСТ 30333:2009 Паспорт безпечності хімічної продукції. Загальні вимоги (ГОСТ 30333-2007, IDT)

ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) Система стандартів безпеки праці. Пожежовибухонебезпека речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їх визначення

Правила улаштування електроустановок (ПУЕ у редакції 2014 року).

Під час використання цього стандарту необхідно перевіряти чинність зазначених у цьому розділі нормативно-правових актів, нормативних та інших документів за відповідними інформаційними показниками. Якщо документ змінено (замінено), то, застосовуючи цей стандарт, слід керуватися зміненим (заміненим) документом.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять:

3.1 аварія

Небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремій території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи спричиняє наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший шкідливий вплив на навколишнє природне середовище (Кодекс цивільного захисту України)

3.2 блок технологічний

Апарат (устаткування) або група (з мінімальною кількістю) технологічних апаратів (устаткування), які одночасно можуть бути відключені (ізолювані) від технологічної системи без небезпечних змін режиму, що призводять до розвитку аварії

3.3 важкогорючі речовини і матеріали

Речовини і матеріали, здатні горіти у повітрі під час дії зовнішнього джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти після його видалення (ГОСТ 12.1.044)

3.4 вибух

Розширення газу протягом короткого проміжку часу внаслідок окисно-відновної реакції або розкладу речовини (ДСТУ 2272).

Примітка. Вибух може відбуватись з підвищенням температури або без нього

3.5 вибух пароповітряної (газоповітряної, пилоповітряної) суміші

Процес згоряння горючої пароповітряної (газоповітряної, пилоповітряної) суміші у відкритому просторі з утворенням тиску у фронті ударної хвилі

3.6 вибух пароповітряної (газоповітряної, пилоповітряної) горючої суміші в обмеженому просторі (резервуарі або у виробничому приміщенні)

Процес згоряння горючої пароповітряної (газоповітряної, пилоповітряної) суміші в обмеженому об'ємі з підвищенням тиску в цьому об'ємі

3.7 вибухонебезпечна суміш

Суміш повітря або окиснювача з горючими газами, парами легкозаймистих рідин, горючим пилом або волокнами, яка за певної концентрації горючих речовин і наявності джерела запалювання здатна вибухати

3.8 виробниче приміщення

Приміщення, де розміщується основне і допоміжне обладнання, задіяне у виробничому процесі

3.9 вогняна куля

Дифузійне горіння, яке реалізується при руйнуванні резервуара зі зрідженим або стисненим газом, перегітою (нагрітою вище температури кипіння) рідиною з наступним утворенням газоповітряної (пароповітряної) хмари з концентрацією горючого газу (пари) в середині хмари більше значення верхньої концентраційної межі поширення полум'я, внаслідок чого реакція горіння всередині хмари не проходить, а дифузійне горіння відбувається по зовнішній оболонці хмари

3.10 горюча речовина (горючий матеріал)

Речовина (матеріал), здатна (здатний) до участі у горінні у якості відновника (ДСТУ 2272)

3.11 дифузійне горіння

Горіння за умов, коли горюча речовина і окисник розділені зоною горіння (ДСТУ 2272)

3.12 зовнішня установка

Установка, апарати і устаткування якої розміщені ззовні будинку на одному технологічному майданчику і пов'язані між собою єдиним технологічним процесом виробництва, транспортування та переробки продукції (наприклад, для аварійного зливання турбінного масла з турбогенераторів машинного залу енергопідприємств, для підготовки нафти до переробки (електрознеосолювальна установка) на підприємствах нафтопереробної та нафтохімічної промисловості тощо)

3.13 категорія пожежної (вибухопожежної) небезпеки

Класифікаційна характеристика пожежної (вибухопожежної) небезпеки будинку (або частини будинку у межах протипожежного відсіку), приміщення, зовнішньої установки що визначається кількістю та пожежовибухонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) в них, з урахуванням особливостей технологічних процесів виробництва

3.14 легкозаймиста рідина (ЛЗР)

Горюча рідина з температурою спалаху не більше ніж 61 °С у закритому тиглі або 66 °С у відкритому тиглі. Особливо небезпечними називають легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше ніж 28 °С

3.15 масова теплота згоряння

Кількість теплоти, виділеної внаслідок повного згоряння речовини (матеріалу) в розрахунку на одиницю її (його) маси (ДСТУ 3855)

3.16 масова швидкість вигорання

Втрата маси речовини (матеріалу) під час горіння за одиницю часу в установлених умовах випробування (ДСТУ 3855)

3.17 нижня (верхня) концентраційна межа поширення полум'я

Мінімальний (максимальний) вміст горючої речовини в однорідній суміші з окиснювальним середовищем, за якого можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання (ДСТУ 3855)

3.18 об'єкт будівництва виробничого і складського призначення

Будинки, будівлі, споруди виробничого і складського призначення, їх комплекси або їх частини, лінійні об'єкти інженерно-транспортної інфраструктури

3.19 пожежа

Неконтрольований процес знищення або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для живих істот і навколишнього природного середовища (Кодекс цивільного захисту України)

3.20 пожежна небезпека об'єкта (приміщення, будинку тощо)

Сукупність чинників, які зумовлюють можливість виникнення та/або розвитку пожежі на об'єкті (ДСТУ 2272)

3.21 пожежна навантага

Кількість теплоти, що може виділитися у приміщенні в разі повного згорання речовин і матеріалів, які обертаються у виробництві, у тому числі технологічне обладнання, кабелі (ізоляція), а також у разі повного згорання речовин і матеріалів, що знаходяться у складських приміщеннях, меблі тощо, що здатні горіти

3.22 питома пожежна навантага

Пожежна навантага, що припадає на одиницю площі розміщення речовин і матеріалів, які обертаються у виробництві, у тому числі технологічного обладнання, кабелів (ізоляції), а також речовин і матеріалів, що знаходяться у складських приміщеннях, меблів тощо, здатних горіти

3.23 приміщення

Простір, обмежений з усіх сторін захисними конструкціями: стінами (у тому числі з вікнами і дверима), стелею (перекриттям) і підлогою (НПАОП 40.1-1.32)

3.24 протипожежний відсік

Частина будинку, відокремлена від інших його частин протипожежними стінами 1-го типу та/або протипожежними перекриттями 1-го типу. Призначенням протипожежного відсіку є запобігання поширенню пожежі та її небезпечних чинників за його межі (у разі виникнення пожежі всередині відсіку) або у протипожежний відсік (в разі виникнення пожежі ззовні відсіку) протягом нормованого часу

3.25 протипожежна перешкода

Будівельна конструкція у вигляді протипожежної стіни, перегородки, перекриття, призначена для запобігання поширенню пожежі у прилеглі до неї приміщення або частини будинків протягом нормованого часу (ДБН В.1.1-7)

3.26 складське приміщення

Спеціально обладнане приміщення для зберігання речовин, матеріалів, виробів, обладнання тощо та надання складських послуг

3.27 температура спалаху

Найменша температура речовини, за якої в установлених умовах випробування над її поверхнею утворюється пара, здатна спричинити спалах у повітрі під впливом джерела запалювання, але швидкість утворення пари недостатня для підтримання стійкого горіння (ДСТУ 3855)

3.28 установка

Сукупність технологічного обладнання (апаратів), що виконує певну функцію у технологічному процесі

3.29 час перекривання

Проміжок часу від початку потрапляння горючих рідин, газу або пилу з технологічного обладнання внаслідок перфорації, розриву, зміни номінального тиску до повного припинення потрапляння вказаних речовин у приміщення або навколишнього простору.

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

ГГ – горючий газ

ГР – горюча рідина

ЗВГ – зріджені вуглеводневі гази

ЛЗР – легкозаймиста рідина

$C_{\text{нкмл}}$ – нижня концентраційна межа поширення полум'я

$C_{\text{вкмл}}$ – верхня концентраційна межа поширення полум'я

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 За вибухопожежною та пожежною небезпекою приміщення та будинки характеризують за категоріями А, Б, В, Г та Д, а зовнішні установки – за категоріями А_з, Б_з, В_з, Г_з та Д_з.

5.2 Категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою визначають для найсприятливішого щодо виникнення пожежі або вибуху періоду, виходячи з фізичного стану горючих речовин і матеріалів, які знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) в апаратах, приміщеннях та зовнішніх установках, їх кількості, пожежо-вибухонебезпечних властивостей та особливостей технологічних процесів.

5.3 Визначення пожежовибухонебезпечних властивостей речовин і матеріалів провадиться на підставі результатів випробувань або розрахунків за стандартними методиками з урахуванням параметрів стану (тиску, температури тощо).

Під час розрахунків можливо використовувати довідникові дані та дані з паспорта безпеки хімічної продукції згідно з ДСТУ ГОСТ 30333.

У разі відсутності даних приймаються показники пожежовибухонебезпеки горючих сумішей речовин і матеріалів за найнебезпечнішим компонентом згідно з нормативними документами.

6 КАТЕГОРІЇ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

6.1 Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою визначають шляхом перевірки належності приміщень до категорій від найбільш вибухопожежонебезпечної категорії А до найменш небезпечної категорії Д (таблиця 1), за винятком категорії Г.

Таблиця 1 – Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) у приміщенні
А вибухопожежо- небезпечна	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не вище ніж 28 °С у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газо-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа, і/або речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
Б вибухопожежо- небезпечна	Горючі пил і/або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху вище ніж 28 °С, горючі рідини у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пило-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, який перевищує 5 кПа
В пожежо- небезпечна	Горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, а також речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важкогорючі речовини і матеріали (включно горючий пил і/або волокна), за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються), не відносяться до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймистих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м ² кожна перевищує 180 МДж·м ⁻² . Якщо питома пожежна навантага не перевищує 180 МДж·м ⁻² , то приміщення відноситься до категорії Д за умови виконання вимог пунктів 7.6.1, 7.6.5 та 7.6.8
Г помірнопожежо- небезпечна	Негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я; горючі гази, рідини і/або тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) у приміщенні
Д зниженопожежо- небезпечна	Речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорії приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В
<p>Примітка 1. Площу окремих ділянок для твердих і рідких легкозаймистих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів, що складають пожежну навантагу, визначають за розмірами проекції їх площі розміщення (складування), а також площі розливу під час розрахункової аварії на горизонтальну поверхню підлоги. У разі якщо граничні відстані між окремими ділянками, що містять складові пожежної навантаги, менші за мінімальні, які наведені у таблиці 4 та 7.6.5, 7.6.7 відповідно, то площу пожежної навантаги визначають як загальну площу цих ділянок з урахуванням площі між ділянками.</p> <p>Примітка 2. Якщо площа приміщення не перевищує 10 м² і в ньому знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) речовини і/або матеріали, зазначені в примітці 1, що складають пожежну навантагу під час розрахункової аварії, віднесення даного приміщення до певної категорії здійснюється за результатами розрахунків, викладених в 7.2-7.6. Розрахункова площа при визначенні питомої пожежної навантаги дорівнює фактичній площі приміщення.</p> <p>Примітка 3. Під час розрахунку пожежної навантаги за формулою (29), важкогорючі речовини і матеріали (відповідно до ГОСТ 12.1.044) включаються у розрахунок у тому випадку, якщо вони знаходяться разом з горючими речовинами і матеріалами. Якщо у приміщенні знаходяться тільки важкогорючі речовини і матеріали, приміщення відноситься до категорії Д.</p>	

7 МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЗНАЧЕНЬ КРИТЕРІЇВ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ ПРИМІЩЕНЬ

7.1 Вибір та обґрунтування розрахункового варіанту

7.1.1 Під час розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою приміщень як розрахунковий метод потрібно вибирати найбільш несприятливий варіант аварії або період нормальної роботи апаратів і/або технологічного устаткування (далі – апаратів), за якого у вибуху і/або горінні бере участь найбільша кількість речовин і/або матеріалів, найнебезпечніших щодо наслідків такого вибуху і/або горіння.

7.1.2 Кількість речовин, що потрапили до приміщення і можуть утворювати вибухонебезпечні газо-, пило- або пароповітряні суміші, визначають за таких умов:

а) відбувається розрахункова аварія одного з апаратів відповідно до 7.1.1;

б) увесь вміст апарата потрапляє до приміщення;

в) відбувається одночасне витікання речовин із трубопроводів, що живлять апарат за прямим і зворотним потоками протягом проміжку часу, який необхідний для перекривання трубопроводів.

Розрахунковий час перекривання трубопроводів визначається у кожному конкретному випадку, виходячи з реальної обстановки, і має бути мінімальним з урахуванням паспортних даних на запірні пристрої, характеру технологічного процесу та виду розрахункової аварії.

Розрахунковий час перекривання трубопроводів слід приймати таким, що дорівнює:

1) часу спрацювання (приведення в дію) системи автоматики відключення (перекривання) трубопроводів – згідно з паспортними даними установки (елементів відключення системи автоматики), якщо імовірність відмови системи автоматики не перевищує 10^{-6} на рік або забезпечується резервування її елементів;

2) 120 с, якщо імовірність відмови системи автоматики перевищує 10^{-6} на рік і не забезпечується резервування її елементів;

3) 300 с у разі ручного відключення (перекривання).

Не використовуються технічні засоби для перекривання трубопроводів, для яких час перекривання перевищує наведені вище значення.

Швидкодіючі клапани-відсікачі мають автоматично перекривати подавання газу (рідини) по трубопроводах у разі порушення електропостачання або спрацювання систем пожежної сигналізації та автоматичних систем пожежогасіння чи газоаналізаторів, або різкого падіння тиску у трубопроводах;

г) відбувається випаровування з поверхні рідини, що розлилася; площа випаровування, у разі розливу на підлогу, визначається (за відсутності довідникових або експериментальних даних) виходячи з розрахунку, що 1 л розчинів, які містять 70 % і менше (за масою) розчинників, розливається на площі 0,5 м², а інших рідин – на 1 м² підлоги приміщення;

д) відбувається також випаровування рідини з поверхонь відкритих ємкостей технологічного устаткування та з поверхонь, на які за технологічним процесом нанесена горюча рідина, що на час аварії знаходиться у стадії висихання;

е) тривалість випаровування рідини приймається такою, що дорівнює часу її повного випаровування, але не більше ніж 3600 с.

7.1.3 Кількість пилу, що може утворювати вибухонебезпечну суміш, визначають виходячи з таких передумов:

а) розрахунковій аварії передувало накопичення пилу у виробничому приміщенні, що відбувалося в умовах нормального режиму роботи (наприклад, унаслідок виділення пилу з негерметичного виробничого устаткування);

б) у момент розрахункової аварії відбулася планова (ремонтні роботи) або позапланова розгерметизація одного з технологічних апаратів, у результаті якої відбувся аварійний викид у приміщення усього пилу, що знаходився в апараті.

7.1.4 Вільний об'єм приміщення визначають як різницю між геометричним об'ємом приміщення з урахуванням підвісних стель та фальшпідлог, у разі їх наявності, і об'ємом, який займає технологічне устаткування. Якщо вільний об'єм приміщення визначити неможливо, він приймається 80 % від геометричного об'єму приміщення.

7.1.5 Якщо під час розрахункової аварії можливе виділення ГГ, парів ЛЗР та ГР, горючих пилу і/або волокон, надлишковий тиск вибуху у приміщенні слід визначити за обраним найбільш несприятливим варіантом аварії або періодом нормальної роботи апаратів, за якого у вибуху бере участь найбільша кількість речовин і матеріалів, найбільш небезпечних щодо наслідків вибуху, що містяться у одному апараті.

7.2 Розрахунок надлишкового тиску вибуху для горючих газів, парів легкозаймистих та горючих рідин

7.2.1 Надлишковий тиск вибуху ΔP у кілопаскалях для індивідуальних горючих речовин, які складаються з молекул, до складу яких входять атоми С, Н, О, N, Cl, Вг, I, F, обчислюють за формулою:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_o) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \rho_{z,p}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (1)$$

де P_{\max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної газо- або пароповітряної суміші у замкнутому об'ємі, який визначають дослідним шляхом або приймають за довідниковими даними згідно з вимогами 5.3. У разі відсутності таких даних дозволено приймати P_{\max} таким, що дорівнює 900 кПа;

P_o – атмосферний тиск, кПа (дозволено приймати таким, що дорівнює 101,3 кПа);

m – маса ГГ і/або парів ЛЗР та ГР, що потрапили в результаті розрахункової аварії до об'єму приміщення, яку визначають для ГГ за формулою (6), а для парів ЛЗР та ГР – за формулою (11), кг;

- Z – коефіцієнт участі ГГ і/або парів ЛЗР та ГР у вибуху, який може бути розрахований на підставі характеру розподілення газів і парів в об'ємі приміщення згідно з додатком. Дозволено приймати значення Z відповідно до таблиці 2;
- $V_{\text{вільн}}$ – вільний об'єм приміщення, м³;
- $\rho_{\text{г,п}}$ – густина ГГ або парів ЛЗР та ГР за розрахункової температури t_p , кг · м⁻³, що визначають за формулою:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{M}{V_o \cdot (1 + 0,00367 t_p)}, \quad (2)$$

- де M – молярна маса, кг · кмоль⁻¹;
- V_o – мольний об'єм, що дорівнює 22,413 м³ · кмоль⁻¹;
- t_p – розрахункова температура, °С;
- $C_{\text{ст}}$ – стехіометрична концентрація ГГ або парів ЛЗР та ГР, % (об.), що визначають за формулою:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad (3)$$

- де $\beta = n_c + \frac{n_H - n_x}{4} - \frac{n_o}{2}$ – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння (під час розрахунку β атоми азоту не враховують);

n_c, n_H, n_o, n_x – число атомів С, Н, О та галогенів у молекулі ГГ або парів ЛЗР та ГР;

K_H – коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення й неадіабатичність процесу горіння. Дозволено приймати K_H , що дорівнює 3.

Негерметичність приміщення обумовлена постійно відкритими прорізами в огорожувальних конструкціях приміщення.

Як розрахункову температуру t_p слід приймати максимально можливу температуру повітря в даному приміщенні у відповідній кліматичній зоні або максимально можливу температуру повітря за технологічним регламентом з урахуванням можливого підвищення температури у разі розрахункової аварії.

Таблиця 2 – Значення коефіцієнта Z участі ГГ або парів ЛЗР, ГР у вибуху

Вид горючої речовини	Значення Z
Водень	1,0
ГГ (крім водню)	0,5
ЛЗР та ГР, які нагріті до температури спалаху і вище	0,3
ЛЗР та ГР, які нагріті нижче температури спалаху, за умови можливості утворення аерозолю	0,3
ЛЗР та ГР, які нагріті нижче температури спалаху, за неможливості утворення аерозолю	0

7.2.2 Розрахунок надлишкового тиску вибуху ΔP у кілопаскалях для будь-яких індивідуальних речовин, крім тих, що наведені в 7.2.1, та сумішей, може бути виконано за формулою:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_o \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_{\text{пов}} \cdot C_p \cdot T_o} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (4)$$

- де m – маса ГГ або парів ЛЗР та ГР, горючого пилу, що потрапили в результаті розрахункової аварії до приміщення, яку визначають для ГГ за формулою (6), для парів ЛЗР та ГР – за формулою (11), для горючого пилу – за формулою (20), кг;

H_T – теплота згорання, Дж · кг⁻¹;

- P_o – атмосферний тиск, кПа (дозволено приймати таким, що дорівнює 101,3 кПа);
 Z – коефіцієнт участі ГГ або парів ЛЗР та ГР у вибуху, який може бути розрахований на підставі характеру розподілення газів і парів в об'ємі приміщення згідно з додатком до цього стандарту. Дозволено приймати значення Z відповідно до таблиці 2. Коефіцієнт участі у вибуху пилу в завислому стані (стані аерозолі) визначають за 7.3.1;
 $V_{вільн}$ – вільний об'єм приміщення, м³;
 $\rho_{лов}$ – густина повітря до вибуху за початкової температури T_o , кг·м⁻³;
 C_p – теплоємність повітря, Дж·(кг⁻¹·К⁻¹) (дозволено приймати такою, що дорівнює 1,01·10³ Дж·(кг⁻¹·К⁻¹));
 T_o – початкова температура повітря, К.

7.2.3 У разі обертання у приміщенні ГГ і/або ЛЗР та ГР, під час визначення значення маси m , яка входить до формул (1) і (4), дозволено враховувати роботу аварійної вентиляції, якщо вона забезпечена резервними вентиляторами, автоматичним пуском у разі перевищення гранично-допустимої вибухобезпечної концентрації речовин у повітрі та електропостачанням за I категорією надійності (ПУЭ) за умови розміщення пристроїв для видалення повітря з приміщення у безпосередній близькості від місця розрахункової аварії (апарата, установки тощо), що забезпечує ефективне видалення газів і парів, які надходять у приміщення у результаті аварії.

Може враховуватись постійно працююча загальнообмінна вентиляція, яка відповідає конструктивним вимогам аварійної вентиляції, забезпечує концентрацію ГГ і парів у приміщенні, що не перевищує гранично-допустиму вибухобезпечну концентрацію, розраховану для аварійної вентиляції. Вказана загальнообмінна вентиляція повинна бути обладнана резервними вентиляторами, які включаються автоматично при зупинці основних вентиляторів. Електропостачання вказаної вентиляції повинно здійснюватися не нижче ніж за I категорією за ПУЭ.

При цьому масу ГГ і/або парів ЛЗР та ГР, що нагріваються до температури спалаху і вище, що потрапили до об'єму приміщення, потрібно розділити на коефіцієнт K , який визначають за формулою:

$$K = A \cdot \tau + 1, \quad (5)$$

- де A – кратність повітрообміну, с⁻¹;
 τ – тривалість потрапляння ГГ і/або парів ЛЗР і ГР до об'єму приміщення, с (приймається за 7.1.2).

7.2.4 Масу горючого газу m у кілограмах, що потрапив до приміщення під час розрахункової аварії, визначають за формулою:

$$m = (V_o + V_T) \cdot \rho_g, \quad (6)$$

- де V_o – об'єм ГГ, що вийшов з апарата, м³;
 V_T – об'єм ГГ, що вийшов з трубопроводів, м³;
 ρ_g – густина ГГ за розрахункової температури t_p , кг·м⁻³, що визначають за формулою (2).

При цьому

$$V_o = \frac{P_1}{P_o} \cdot V = 0,01 \cdot P_1 \cdot V, \quad (7)$$

- де P_1 – тиск в апараті, кПа;
 V – об'єм апарата, м³;
 P_o – атмосферний тиск, що дорівнює 101,3 кПа.

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

- де V_{1T} – об'єм ГГ, що вийшов з трубопроводів до їх перекривання, м³;
 V_{2T} – об'єм ГГ, що вийшов з трубопроводу після їх перекривання, м³;

$$V_{\text{т}} = q \cdot \tau_n, \quad (9)$$

де q – витрата ГГ, яку визначають згідно з технологічним регламентом залежно від тиску в трубопроводі, його діаметра, температури газового середовища тощо, $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$;
 τ_n – час перекивання, який визначають за 7.1.2, с.

$$V_{2\text{т}} = \pi \frac{P_2}{P_0} \cdot (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n) = 0,01\pi \cdot P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n), \quad (10)$$

де P_2 – максимальний тиск газу у трубопроводі за технологічним регламентом, кПа;
 r – внутрішній радіус трубопроводів, м;
 L – довжина трубопроводів від аварійного апарата до засувок, м;
 P_0 – атмосферний тиск, що дорівнює 101,3 кПа.

7.2.5 Масу парів ЛЗР та ГР m у кілограмах, які потрапили до приміщення за наявності кількох джерел випаровування (поверхня рідини, що розлилася; поверхні відкритих ємкостей технологічного устаткування; поверхні зі свіженанесеною горючою рідиною, що на час аварії знаходиться у стадії висихання тощо), визначають за формулою:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св}}, \quad (11)$$

де m_p – маса рідини, що випарувалася з поверхні рідини, яка розлилася, кг;
 $m_{\text{емк}}$ – маса рідини, що випарувалася з поверхонь відкритих ємкостей технологічного устаткування, кг;
 $m_{\text{св}}$ – маса рідини, що випарувалася з поверхонь зі свіженанесеною горючою рідиною, що на час аварії знаходиться у стадії висихання, кг.

За цих умов кожний доданок m_p , $m_{\text{емк}}$, $m_{\text{св}}$ у формулі (11) визначають за формулою:

$$m = W \cdot F_e \cdot \tau_e, \quad (12)$$

де W – інтенсивність випаровування, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;
 F_e – площа випаровування, м^2 , яку визначають відповідно до 7.1.2 г) залежно від маси рідини, що потрапила до приміщення;
 τ_e – тривалість випаровування ЛЗР та ГР до приміщення відповідно до 7.1.2, с.

Якщо розрахункова аварія пов'язана з можливим потраплянням рідини в розпиленому стані, то вона має бути врахована у формулі (11) шляхом введення додаткового доданка, який враховує загальну масу рідини, що надійшла від розпилювальних пристроїв, виходячи з тривалості їхньої роботи.

7.2.6 Масу рідини, кг, що потрапила до приміщення, визначають відповідно до 7.1.2.

7.2.7 Інтенсивність випаровування W визначають за довідниковими або експериментальними даними. Для ЛЗР, які не нагріті вище температури навколишнього середовища, у разі відсутності таких даних W розраховують за формулою:

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

де η – коефіцієнт, який приймають відповідно до таблиці 3 залежно від швидкості повітряного потоку, що створюється вентиляцією над поверхнею випаровування, та температури повітряного потоку над поверхнею випаровування (у разі відсутності вентиляції дорівнює 1);
 M – молярна маса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$;
 P_n – тиск насиченої пари, кПа, за розрахунковою температурою рідини, визначений за довідниковими даними відповідно до вимог 5.3, або за формулою:

$$P_H = 0,133 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{C_a + t_p} \right)}, \quad (14)$$

де A, B, C_a – константи Антуана (довідникові дані) визначено, коли тиск насичених парів вимірюють у мм.рт.ст.

$$P_H = 10^{\left(A - \frac{B}{C_a + t_p} \right)}, \quad (15)$$

де A, B, C_a – константи Антуана (довідникові дані) визначено, коли тиск насичених парів вимірюють у кПа.

t_p – температура рідини, °С.

Таблиця 3 – Значення коефіцієнта залежно від швидкості повітряного потоку та температури повітря у приміщенні

Швидкість повітряного потоку в приміщенні, м·с ⁻¹	Значення коефіцієнта η за температури повітря у приміщенні t , °С					
	10	15	20	30	35	37
0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3	2,3
0,3	5,3	4,5	4,1	2,8	2,6	2,6
0,4	6,0	5,1	4,7	3,2	2,9	2,8
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2	3,1
0,6	7,3	6,3	5,9	4,0	3,5	3,4
0,7	7,9	6,9	6,4	4,4	3,8	3,7
0,8	8,6	7,5	6,8	4,8	4,1	4,0
0,9	9,3	8,1	7,3	5,2	4,4	4,3
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6	4,4

Примітка. Швидкість повітряного потоку визначають експериментально або розрахунком.

7.2.8 Швидкість повітряного потоку в приміщенні u у метрах за секунду може бути визначена за формулою:

$$u = A \cdot l, \quad (16)$$

де A – кратність повітрообміну, с⁻¹;

l – довжина приміщення, м.

7.2.9 Масу парів, $m_{нагр.}$ у кілограмах при випаровуванні рідини, що нагріта вище розрахункової температури, але не вище температури кипіння рідини, визначають за формулою:

$$m_{нагр.} = 0,02 \cdot \sqrt{M} \cdot P_H \frac{C_p \cdot m_p}{L_{вип}}, \quad (17)$$

де C_p – питома теплоємність рідини за початкової температури випаровування, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;

M – молярна маса рідини, кг·кмоль⁻¹;

$L_{вип}$ – питома теплота випаровування рідини за початкової температури випаровування, що визначають за довідниковими даними, Дж·кг⁻¹;

m_p – маса рідини, кг.

За відсутності довідникових даних $L_{вип}$ визначають за формулою:

$$L_{вип} = \frac{19,173 \cdot 10^3 \cdot B \cdot T_a^2}{(T_a + C_a - 273,2)^2 \cdot M}, \quad (18)$$

де B, C_a – константи рівняння Антуана, які визначають за довідниковими даними для тиску насичених парів, що вимірюють у кПа;

T_a – початкова температура нагрітої рідини, °К.

Формули (17) і (18) справедливі для рідин, що нагріті до температури спалаху і вище за умови, що температура спалаху рідини перевищує значення розрахункової температури.

7.3 Розрахунок надлишкового тиску вибуху для горючого пилу

7.3.1 Розрахунок надлишкового тиску вибуху для горючого пилу ΔP у кілопаскалях обчислюють за формулою (4), де під величиною Z розуміють коефіцієнт участі пилу в завислому стані (стані аерозолю) у вибуху, і який розраховують за формулою:

$$Z = 0,5 \cdot M_{кр}, \quad (19)$$

де $M_{кр}$ – масова частка частинок пилу розміром менше критичного. З перевищенням критичного розміру частинок пилу аерозоль стає вибухобезпечною, а саме такою, що не здатна поширювати полум'я. У разі відсутності можливості отримання даних щодо масової частки частинок пилу розміром частинок менше критичного дозволено приймати $Z = 0,5$.

7.3.2 Розрахункову масу горючого пилу $m_{зп}$ у кілограмах, що знаходиться у стані аерозолю в об'ємі приміщення в результаті розрахункової аварії, визначають за формулою:

$$m_{зп} = \min \left\{ \begin{array}{l} m_{ез} + m_{ав} \\ \rho_{см} V_{ав} / Z \end{array} \right., \quad (20)$$

де $m_{ез}$ – розрахункова маса частини відкладеного у приміщенні пилу, що перейшов у стан аерозолю, кг;

$m_{ав}$ – розрахункова маса горючого пилу, що потрапив до об'єму приміщення з апарата у результаті розрахункової аварії та перейшов у стан аерозолю, кг;

$\rho_{см}$ – стехіометрична концентрація горючого пилу в аерозолі, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

$V_{ав}$ – розрахунковий об'єм пилоповітряної хмари, утвореної при аварійній ситуації в об'ємі приміщення, м^3 .

Примітка. У формулі (20) приймають мінімальне значення маси горючого пилу, що була обчислена за двома способами.

За відсутності можливості отримання відомостей для розрахунку $V_{ав}$ допускається приймати:

$$m_{зп} = m_{зв} + m_{ав}. \quad (21)$$

7.3.3 Розрахункову масу частини відкладеного у приміщенні горючого пилу $m_{зв}$ у кілограмах, що перейшов у стан аерозолю, визначають за формулою:

$$m_{зв} = K_{зв} \cdot m_{п}, \quad (22)$$

де $K_{зв}$ – частка горючого пилу, що відклався у приміщенні, який здатний перейти у стан аерозолю в результаті розрахункової аварії. У разі відсутності експериментальних даних щодо значення $K_{зв}$ допускається приймати $K_{зв} = 0,9$;

$m_{п}$ – маса горючого пилу, що відклався у приміщенні до моменту розрахункової аварії, кг.

7.3.4 Розрахункову масу горючого пилу $m_{ав}$ у кілограмах, що потрапив до об'єму приміщення з апарата у результаті розрахункової аварії та перейшов у стан аерозолю, визначають за формулою:

$$m_{ав} = (m_{ап} + q \cdot \tau_{п}) \cdot K_{п}, \quad (23)$$

- де $m_{ан}$ – маса горючого пилу, що потрапив до приміщення з апарата, кг;
 q – витрата, з якою продовжують надходити пилоподібні речовини до аварійного апарата по трубопроводах до моменту їх перекривання, $кг \cdot с^{-1}$;
 τ_n – розрахунковий час перекривання, який визначається за 7.1.2 1), 2), 3), с;
 K_n – коефіцієнт пилення, що представляє собою відношення маси пилу в стані аерозолі до всієї маси пилу, який вийшов з апарата до приміщення. У разі відсутності експериментальних даних щодо значення K_n дозволено приймати:
а) для пилу з дисперсністю не менш ніж 350 мкм $K_n = 0,5$;
б) для пилу з дисперсністю менш ніж 350 мкм $K_n = 1,0$.

Значення $m_{ан}$ приймають відповідно до 7.1.1 та 7.1.3.

7.3.5 Масу горючого пилу m_n у кілограмах, що відклався у приміщенні до моменту аварії, визначають за формулою:

$$m_n = K_2 \cdot (1 - K_{пр}) \cdot (m_1 + m_2), \quad (24)$$

- де K_2 – частка горючого пилу в загальній масі відкладень пилу;
 m_1 – маса пилу, що осідає на важкодоступних для прибирання поверхнях у приміщенні за період часу між генеральними прибираннями, кг;
 m_2 – маса пилу, що осідає на доступних для прибирання поверхнях у приміщенні за період часу між поточними прибираннями, кг;
 $K_{пр}$ – коефіцієнт ефективності пилоприбирання, що приймають у разі прибирання пилу вручну:
– сухого прибирання – 0,6;
– вологого прибирання – 0,7.

У разі застосування автоматичних засобів пилоприбирання коефіцієнт ефективності пилоприбирання $K_{пр}$ становить:

- для рівної підлоги – 0,9;
- для підлоги з вибоїнами (до 5 % площі) – 0,7.

Під важкодоступними для прибирання розуміють такі поверхні у виробничих приміщеннях, очищення яких здійснюють тільки під час генеральних прибирань пилу. Під доступними для прибирання розуміють такі поверхні у виробничих приміщеннях, пил з яких видаляють у процесі поточних прибирань (щозміни, щодоби тощо).

7.3.6 Масу пилу m_i у кілограмах ($i = 1$ (важкодоступні поверхні); $i = 2$ (доступні поверхні)), що осідає на різних поверхнях у приміщенні за період між прибираннями, визначають за формулою:

$$m_i = M_i \cdot (1 - \alpha) \cdot \beta_i, \quad (i = 1, 2), \quad (25)$$

- де $M_1 = \sum_{j=1}^n M_{1j}$ – маса пилу, що потрапляє до об'єму приміщення за період часу між генеральними прибираннями пилу, кг;
 M_{1j} – маса пилу, що виділяється одиницею устаткування, яке пилить, за період часу між генеральними прибираннями пилу, кг;
 $M_2 = \sum_{j=1}^n M_{2j}$ – маса пилу, що потрапляє до об'єму приміщення за період часу між поточними прибираннями пилу, кг;
 M_{2j} – маса пилу, що виділяється одиницею устаткування, яке пилить, за період часу між поточними прибираннями пилу, кг;
 α – частка пилу, що потрапляє до об'єму приміщення і який видаляється витяжними вентиляційними системами. У разі відсутності експериментальних даних щодо значення α приймають $\alpha = 0$;

β_1, β_2 – частки пилу, який потрапляє до об'єму приміщення та осідає відповідно на важкодоступних і доступних для прибирання поверхнях приміщення ($\beta_1 + \beta_2 = 1$).

У разі відсутності експериментальних даних щодо значень коефіцієнтів β_1 та β_2 дозволено приймати $\beta_1 = 1, \beta_2 = 0$.

7.3.7 Значення M_i ($i = 1; 2$) може бути також визначено експериментально (або за аналогією з виробництвами, що експлуатуються) у період максимального завантаження устаткування за формулою:

$$M_i = \sum_{j=1}^n (G_{ij} \cdot F_{ij}) \cdot \tau_i, (i = 1, 2), \quad (26)$$

де G_{1j}, G_{2j} – інтенсивність відкладення пилу відповідно на важкодоступних F_{1j} (m^2) і доступних F_{2j} (m^2) поверхнях, $kg \cdot m^{-2} \cdot c^{-1}$;

τ_1, τ_2 – проміжки часу відповідно між генеральними і поточними прибираннями пилу, с.

7.3.8 За умови відсутності даних про масу горючих пилу і/або волокон, що виділяються до об'єму приміщення між прибираннями, про масу пилу, що осідає на важкодоступних для прибирання поверхнях, і, як наслідок, неможливість виконання розрахунків, приймати категорію приміщення – Б.

7.4 Розрахунок надлишкового тиску вибуху для речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним

7.4.1 Розрахунковий надлишковий тиск вибуху ΔP для речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, визначають за формулою (4), приймаючи, що $Z = 1$, і розуміючи під величиною H_T енергію, яка виділяється під час взаємодії вищезазначених речовин (з урахуванням того, що процес їх взаємодії проходить до кінця, тобто до утворення кінцевих продуктів), або експериментально під час натурних випробувань.

7.5 Розрахунок надлишкового тиску вибуху для вибухонебезпечних сумішей, які містять ГГ, пари ЛЗР та ГР і/або горючий пил

7.5.1 Розрахунковий надлишковий тиск вибуху ΔP для складних вибухонебезпечних сумішей, які містять ГГ, пари ЛЗР та ГР і/або горючий пил, визначають за формулою:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2, \quad (27)$$

де ΔP_1 – тиск вибуху, що обчислений для ГГ, парів ЛЗР та ГР відповідно до 7.2.1 та 7.2.2;

ΔP_2 – тиск вибуху, що обчислений для горючого пилу відповідно до 7.3.1.

7.6 Визначення категорій приміщень за пожежною безпекою

7.6.1 До пожежонебезпечної категорії В відносяться приміщення, які не відносяться до категорій А або Б, і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймистих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше $10 m^2$ кожна перевищує $180 MДж \cdot m^{-2}$.

У разі, якщо питома пожежна навантага менше $180 MДж \cdot m^{-2}$, для віднесення приміщення до категорії В або Д слід перевірити виконання наступних вимог.

7.6.1.1 Якщо величина пожежної навантаги Q , $MДж$, що складається з речовин і матеріалів, зазначених в 7.6.3, на окремій ділянці відповідає нерівності:

$$Q \geq 0,64 \cdot g_T \cdot H^2, \quad (28)$$

де g_T – питома пожежна навантага, $MДж \cdot m^{-2}$;

H – мінімальна відстань від пожежної навантаги (окрім кабельних ліній) до нижнього пояса незахищених металевих ферм або перекриття (покриття), то приміщення відноситься до категорії В.

Якщо $g_T < 180 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$, то для розрахунку величина g_T приймається $180 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$.

7.6.1.2 У протилежному випадку приміщення відноситься до категорії Д за умови виконання вимог 7.6.5 та 7.6.8.

7.6.2 Під час визначення категорії приміщення за пожежною небезпекою вибирають такий варіант, коли за технологічним процесом у приміщенні знаходиться (обертається) така кількість зазначених у 7.6.1 речовин і/або матеріалів, якому відповідає найбільше значення питомої пожежної навантаги.

7.6.3 Пожежну навантагу Q , у мегаджоулях, складові якої є тверді й рідкі легкозаймисті, горючі та важкогорючі речовини і/або матеріали у межах пожежонебезпечної ділянки, визначають за формулою:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_i^p, \quad (29)$$

де G_i – кількість i -ої складової пожежної навантаги, кг;

Q_i^p – найнижча теплота згоряння i -ої складової пожежної навантаги, $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

7.6.4 Питому пожежну навантагу g_T у мегаджоулях на квадратний метр визначають із співвідношення

$$g_T = \frac{Q}{F_{\text{пн}}}, \quad (30)$$

де Q – пожежна навантага, МДж;

$F_{\text{пн}}$ – площа розміщення складових пожежної навантаги, м^2 (при розташуванні складових пожежної навантаги на площі, меншій ніж 10 м^2 , для розрахунків приймається площа 10 м^2).

У разі наявності у приміщенні легкозаймистих та горючих рідин площу пожежної навантаги, що утворюється цими складовими, визначають за площею їх розливу, що дорівнює площі відбортовок ванн біля ємностей та технологічних апаратів (або за їх відсутності приймається за 7.1.2 г). При розрахунку кількості ЛЗР та ГР, що потрапляють у приміщення при аварії, для визначення пожежної навантаги можливо враховувати розливання у приміщенні вмісту однієї найбільшої ємності (технологічного апарату) за умови вжиття технологічних заходів щодо видалення ЛЗР та ГР з ємностей (технологічних апаратів) при пожежі (аварійне зливання у ємності, розміщені за межами будинку, відключення технологічних трубопроводів).

7.6.5 У приміщеннях категорії Д відстані між ділянками, що містять складові пожежної навантаги (тверді горючі і важкогорючі матеріали), мають бути не меншими за мінімальні граничні значення $l_{зр}$, $l_{зр1}$ та $l_{зр2}$, які наведені у таблиці 4 та відповідно 7.6.7, 7.6.8 цього стандарту.

Таблиця 4 – Значення мінімальних граничних відстаней, $l_{зр1}$, залежно від величини критичної поверхневої густини падаючих променистих потоків $q_{кр}$

$q_{кр}$, $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{зр1}$, м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

$q_{кр}$, $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ – критична поверхнева густина променистого потоку – мінімальне значення густини теплового потоку, за якого виникає стійке полум'яне горіння матеріалів, на які падає променистий потік.

Значення $l_{зр1}$ приймають за умови, якщо $H \geq 11$ м; якщо $H < 11$ м, то мінімальну граничну відстань визначають як $l_{зр} = l_{зр1} + (11 - H)$, де $l_{зр1}$ приймають відповідно до таблиці 4, H – мінімальна відстань від поверхні пожежної навантаги до нижнього пояса ферм перекриття (покриття), м.

7.6.6 Значення $q_{кр}$ (за тривалості опромінення 15 хв) для деяких матеріалів пожежної навантаги наведені у таблиці 5.

Таблиця 5 – Значення $q_{кр}$ для деяких матеріалів пожежної навантаги

Матеріал	$q_{кр}$, кВт·м ⁻²
Деревина (сосна вологістю 12 %)	13,9
Деревостружкові плити (питома вага 417 кг·м ⁻³)	8,3
Торфобрикет	13,2
Торф кусковий	9,8
Бавовна-волокно	7,5
Шаруватий пластик	15,4
Склопластик	15,3
Пергамін	17,4
Гума	14,8
Вугілля	35,0
Рулонна покрівля	17,4
Сіно, солома (при мінімальній вологості до 8 %)	7,0

7.6.7 Якщо пожежна навантага під час розрахункової аварії складається з різних матеріалів, то значення $q_{кр}$ визначають за матеріалом з мінімальним значенням $q_{кр}$.

Для матеріалів пожежної навантаги з невідомими значеннями $q_{кр}$ приймають $l_{зр1} \geq 12$ м.

7.6.8 Якщо пожежна навантага складається з ЛЗР та ГР, мінімальну граничну відстань $l_{зр2}$ між сусідніми ділянками розміщення (розливу) складових пожежної навантаги у приміщеннях категорії Д визначають за формулами:

$$l_{зр2} \geq 15 \text{ м} \quad \text{при } H \geq 11 \text{ м}, \quad (31)$$

$$l_{зр2} \geq 26 - H \quad \text{при } H < 11 \text{ м}. \quad (32)$$

Значення мінімальних граничних відстаней можуть бути зменшені за умови застосування конструктивних рішень, спрямованих на створення перешкод поширенню пожежі між ділянками, що містять складові пожежної навантаги.

8 КАТЕГОРІЇ БУДИНКІВ ТА ПРОТИПОЖЕЖНИХ ВІДСІКІВ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

8.1 В окремих випадках за вибухопожежною та пожежною небезпекою категорують не весь будинок, а протипожежні відсіки, які є частинами будинку та які відокремлені від інших його частин протипожежною стіною 1-го типу та/або протипожежним перекриттям 1-го типу.

8.2 Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії А, якщо в ньому сумарний об'єм приміщень категорії А перевищує більше ніж 5 % загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

8.3 Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії Б, якщо одночасно виконуються дві умови:

а) будинок або протипожежний відсік не відноситься до категорії А;

б) сумарний об'єм приміщень категорій А і Б перевищує більше ніж 5 % загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

8.4 Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії В, якщо одночасно виконуються дві умови:

- а) будинок або протипожежний відсік не відноситься до категорії А або Б;
 б) сумарний об'єм приміщень категорій А, Б і В перевищує більше ніж 5 % (10 %, якщо в будинку або протипожежному відсіку відсутні приміщення категорій А і Б) загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

8.5 Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії Г, якщо одночасно виконуються дві умови:

- а) будинок або протипожежний відсік не відноситься до категорій А, Б або В;
 б) сумарний об'єм приміщень категорій А, Б, В і Г перевищує більше ніж 5 % загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

8.6 Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії Д, якщо він не відноситься до категорій А, Б, В або Г.

9 КАТЕГОРІЇ ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

9.1 Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою приймають відповідно до таблиці 6.

9.2 Визначення категорій зовнішніх установок потрібно здійснювати шляхом перевірки їхньої належності до категорій, які наведені у таблиці 6, від найбільш вибухопожежонебезпечної категорії А₃ до найменш небезпечної категорії Д₃. У таблиці 6 одними з критеріїв, за якими зовнішня установка відноситься до певної категорії, є горизонтальний розмір зони (відстань від апарата (установки) до краю зони), що обмежує газо-, пароповітряні суміші з концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я (С_{НКМП}), розрахунковий надлишковий тиск, що розвивається у разі займання газо-, паро- або пилоповітряних сумішей, та інтенсивність теплового випромінювання від вогнища пожежі.

Таблиця 6 – Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Категорія зовнішньої установки	Критерії віднесення зовнішньої установки до тієї або іншої категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою
А ₃ вибухопожежно-небезпечна	Установка відноситься до категорії А ₃ , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази; легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше ніж 28 °С; речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним. При цьому горизонтальний розмір зони, що обмежує газо-, пароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я (С _{НКМП}), перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих газів і парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск вибуху, що розвивається в разі займання газо-, пароповітряних сумішей, і/або під час вибуху речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, перевищує більше ніж 5 кПа на відстані 30 м від зовнішньої установки
Б ₃ вибухопожежно-небезпечна	Установка відноситься до категорії Б ₃ , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі пил і/або волокна; легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше ніж 28 °С; горючі рідини. При цьому горизонтальний розмір зони, що обмежує пароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я (С _{НКМП}), перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск вибуху, що розвивається у разі займання пило-, пароповітряних сумішей, перевищує більше ніж 5 кПа на відстані 30 м від зовнішньої установки

Категорія зовнішньої установки	Критерії віднесення зовнішньої установки до тієї або іншої категорії за вибухопожежною та пожежною безпекою
B₃ пожежо- небезпечна	Установка відноситься до категорії B₃ , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, тверді горючі і/або важкогорючі речовини і/або матеріали (включно з горючим пилом і/або волокнами), а також речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, за умови, що установка не відноситься до категорій A₃ або B₃ . При цьому інтенсивність теплового випромінювання від вогнища пожежі перевищує $4 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ на відстані 30 м від зовнішньої установки
G₃ помірно пожежо- небезпечна	Установка відноситься до категорії G₃ , якщо в ній знаходяться (обертаються) негорючі речовини і/або матеріали в гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я, а також горючі гази, рідини і/або тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо
D₃ знижено пожежо- небезпечна	Установка відноситься до категорії D₃ , якщо вона не відноситься до категорій A₃ , B₃ , B₃ або G₃ .
Примітка. Якщо в установці знаходяться (обертаються) тільки важкогорючі речовини і матеріали, то вона відноситься до категорії D₃ .	

10 МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЗНАЧЕНЬ КРИТЕРІЇВ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК

10.1 Методи розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною безпекою для горючих газів і парів ЛЗР та ГР

10.1.1 Вибір та обґрунтування розрахункового варіанту

10.1.1.1 Під час розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною безпекою зовнішніх установок як розрахунковий потрібно вибирати найбільш несприятливий варіант аварії або період нормальної роботи апаратів, за якого у вибуху і/або горінні бере участь найбільша кількість речовин і/або матеріалів, найбільш небезпечних щодо наслідків такого вибуху і/або горіння, що містяться в одному апараті (установці).

10.1.1.2 Кількість речовин, що потрапили до навколишнього простору і можуть утворювати вибухонебезпечні газо-, пароповітряні суміші, визначають за таких умов:

- відбувається розрахункова аварія одного з апаратів відповідно до 10.1.1.1;
- весь вміст апарата потрапляє до навколишнього простору;
- відбувається одночасно витікання речовин із трубопроводів, які живлять апарат за прямим і зворотним потоками, протягом проміжку часу, який необхідний для перекривання трубопроводів.

Розрахунковий час перекривання трубопроводів визначають у кожному конкретному випадку, виходячи з реальної обстановки, і має бути мінімальним з урахуванням паспортних даних на запірні пристрої, характеру технологічного процесу та виду розрахункової аварії.

Розрахунковий час перекривання трубопроводів потрібно приймати таким, що дорівнює:

1) часу спрацювання (приведення в дію) системи автоматики відключення (перекривання) трубопроводів згідно з паспортними даними установки (елементів відключення системи автоматики), якщо імовірність відмови системи автоматики не перевищує 10^{-6} на рік або забезпечується резервування її елементів (але не більше 120 с);

2) 120 с, якщо імовірність відмови системи автоматики перевищує 10^{-6} на рік і не забезпечується резервування її елементів;

3) 300 с у разі ручного відключення (перекривання).

Не використовують технічні засоби для перекривання трубопроводів, для яких час перекривання перевищує наведені вище значення.

Швидкодіючі клапани-відсікачі мають автоматично перекривати подавання газу (рідини) у разі порушення електропостачання або спрацювання систем пожежної сигналізації та автоматичних систем пожежогасіння.

г) відбувається випаровування з поверхні рідини, що розлилася; площу випаровування у разі розливу на горизонтальну поверхню визначають (за відсутності довідникових або експериментальних даних), виходячи з розрахунку, що 1 л розчинів, що містять 70 % і менше (за масою) розчинників, розливається на площі 0,1 м², а інших рідин – на 0,15 м²;

д) відбувається також випаровування рідин з поверхонь відкритих ємностей технологічного устаткування та з поверхонь, на які за технологічним процесом нанесено горючу рідину, що на час аварії знаходиться у стадії висихання;

е) тривалість випаровування рідини приймають такою, що дорівнює часу її повного випаровування, але не більше ніж 3600 с.

10.1.1.3 Масу горючого газу m_g у кілограмах, що потрапив до навколишнього простору під час розрахункової аварії, визначають за формулою:

$$m_g = (V_a + V_T) \cdot \rho_g, \quad (33)$$

де V_a – об'єм ГГ, що вийшов з апарата, м³;
 V_T – об'єм ГГ, що вийшов з трубопроводів, м³;
 ρ_g – густина ГГ, кг · м⁻³.

При цьому

$$V_a = \frac{P_1}{P_0} \cdot V = 0,01 \cdot P_1 \cdot V, \quad (34)$$

де P_1 – тиск газу в апараті, кПа;
 V – об'єм апарата, м³;
 P_0 – атмосферний тиск, що дорівнює 101,3 кПа.

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad (35)$$

де V_{1T} – об'єм ГГ, що вийшов з трубопроводів до їх перекривання, м³;
 V_{2T} – об'єм ГГ, що вийшов з трубопроводів після їх перекривання, м³;

$$V_{1T} = q \cdot \tau_n, \quad (36)$$

де q – витрата ГГ, яку визначають згідно з технологічним регламентом залежно від тиску газу в трубопроводі, його діаметра, температури газового середовища тощо, м³ · с⁻¹;
 τ_n – час перекривання, який визначають за 10.1.1.2 1), 2), 3), с.

$$V_{2T} = \pi \frac{P_2}{P_0} \cdot (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n) = 0,01 \cdot \pi \cdot P_2 \cdot (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n), \quad (37)$$

де P_2 – максимальний тиск газу в трубопроводі за технологічним регламентом, кПа;
 r – внутрішній радіус трубопроводів, м;
 L – довжина трубопроводів від аварійного апарата до засувок, м;
 P_0 – атмосферний тиск, що дорівнює 101,3 кПа.

10.1.1.4 Масу парів ЛЗР та ГР m_n у кілограмах, що потрапили до навколишнього простору за наявності кількох джерел випаровування (поверхня рідини, що розлилася; поверхні відкритих ємностей технологічного устаткування; поверхні зі свіженанесеною горючою рідиною, що на час аварії знаходиться у стадії висихання, тощо), визначають за формулою:

$$m_n = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св}} + m_{\text{пер}}, \quad (38)$$

де m_p – маса рідини, що випарилася з поверхні розливу, кг;

$m_{\text{емк}}$ – маса рідини, що випарувалася з поверхонь відкритих емкостей технологічного устаткування, кг;

$m_{\text{св}}$ – маса рідини, що випарувалася з поверхонь зі свіженанесеною горючою рідиною, що на час аварії знаходиться у стадії висихання, кг;

$m_{\text{пер}}$ – маса рідини, що випарилася до навколишнього простору в разі її перегрівання, кг.

За цих умов кожний доданок m_p , $m_{\text{емк}}$, $m_{\text{св}}$ у формулі (38) визначають за формулою:

$$m_i = W \cdot F_e \cdot \tau_e, \quad (39)$$

де W – інтенсивність випаровування, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

F_e – площа випаровування, м^2 , яку визначають відповідно до 10.1.1.2) залежно від маси рідини, що потрапила до навколишнього простору;

τ_e – тривалість випаровування ЛЗР та ГР до навколишнього простору відповідно до 10.1.1.2, с.

Масу парів перегрітої рідини $m_{\text{пер}}$ у кілограмах, що випарилася до навколишнього простору, визначають, якщо $T_a > T_{\text{кип}}$ за формулою:

$$m_{\text{пер}} = \min \left\{ 0,8 m_n ; \frac{C_p \cdot (T_a - T_{\text{кип}})}{L_{\text{вип}}} \cdot m_{\text{пер}} \right\}, \quad (40)$$

де $m_{\text{пер}}$ – маса перегрітої рідини, що вийшла назовні, кг;

C_p – питома теплоємність рідини за температури перегрівання рідини T_a , $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$;

T_a – температура перегрітої рідини відповідно до технологічного регламенту в технологічному апараті, К;

$T_{\text{кип}}$ – нормальна температура кипіння рідини, К;

$L_{\text{вип}}$ – питома теплота випаровування рідини за температури перегрівання рідини T_a , $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Якщо розрахункова аварія пов'язана з можливим потраплянням рідини в розпиленому стані, то вона має бути врахована у формулі (38) шляхом введення додаткового доданка, який враховує загальну масу рідини, що надійшла від розпилювальних пристроїв, виходячи з тривалості їхньої роботи.

10.1.1.5 Маса перегрітої рідини $m_{\text{пер}}$ у кілограмах, що вийшла назовні, визначається відповідно до 10.1.1.2.

10.1.1.6 Інтенсивність випаровування W , $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$, визначають за довідниковими або експериментальними даними. Для ЛЗР, які не нагріті вище температури навколишнього середовища, у разі відсутності таких даних, допускається розраховувати W за формулою:

$$W = 10^{-6} \cdot \sqrt{M} \cdot P_H, \quad (41)$$

де M – молярна маса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$;

P_H – тиск насиченої пари, кПа, за розрахункової температури рідини, визначений за довідниковими даними відповідно до вимог 5.3, або за формулою (14) чи (15):

10.1.1.7 Масу парів $m_{\text{нагр}}$ у кілограмах при випаровуванні рідини, що нагріта вище розрахункової температури, але не вище температури кипіння рідини, визначають за формулами (17), (18).

10.1.1.8 Для зріджених вуглеводневих газів, у разі відсутності даних, дозволено розраховувати питому масу ЗВГ $m_{\text{звг}}$ у кілограмах на квадратний метр, випарувану з розливу, за формулою:

$$m_{звг} = \frac{M}{L_{вип}} \cdot (T_o - T_{звг}) \cdot \left(2 \cdot \lambda_{тм} \cdot \sqrt{\frac{\tau}{\pi \cdot a}} + \frac{5,1 \cdot \sqrt{Re} \cdot \lambda_{п} \cdot \tau_{е}}{d} \right), \quad (42)$$

де M – молярна маса ЗВГ, кг·кмоль⁻¹;

$L_{вип}$ – мольна теплота випаровування ЗВГ за початкової температури ЗВГ $T_{звг}$, Дж·моль⁻¹;

T_o – початкова температура матеріалу, на поверхню якого розливається ЗВГ, °К;

$T_{звг}$ – початкова температура ЗВГ, °К;

$\lambda_{тм}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, на поверхню якого розливається ЗВГ, Вт·м⁻¹·К⁻¹;

$a = \frac{\lambda_{тм}}{C_{тм} \cdot \rho_{тм}}$ – коефіцієнт температуропровідності матеріалу, на поверхню якого розливається ЗВГ, м²·с⁻¹;

$C_{тм}$ – теплоємність матеріалу, на поверхню якого розливається ЗВГ, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;

$\rho_{тм}$ – густина матеріалу, на поверхню якого розливається ЗВГ, кг·м⁻³;

$\tau_{е}$ – час, с, який приймається рівним часу повного випаровування ЗВГ, але не більше ніж 3600 с;

$Re = \frac{U \cdot d}{\nu_{п}}$ – число Рейнольдса;

U – швидкість повітряного потоку, м·с⁻¹;

$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{е}}{\pi}}$ – характерний розмір розливу ЗВГ, м;

$\nu_{п}$ – кінематична в'язкість повітря, м²·с⁻¹;

$\lambda_{п}$ – коефіцієнт теплопровідності повітря, Вт·м⁻¹·К⁻¹.

Формула (42) справедлива для ЗВГ з температурою $T_{звг} \leq T_{кип}$. За температури ЗВГ $T_{звг} > T_{кип}$ додатково розраховують масу перегрітих ЗВГ $m_{пер}$ за формулою (40).

10.1.2 Розрахунок горизонтальних розмірів зон, що обмежують газо-, пароповітряні суміші з концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я, у разі аварійного потрапляння до навколишнього простору горючих газів і парів легкозаймистих рідин, не нагрітих вище температури навколишнього середовища.

10.1.2.1 Горизонтальні розміри зони $R_{НКМП}$ у метрах, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я $C_{НКМП}$, обчислюють за формулами:

– для горючих газів:

$$R_{НКМП} = 14,5632 \cdot \left(\frac{m_{г}}{\rho_{г} \cdot C_{НКМП}} \right)^{0,333}, \quad (43)$$

– для парів легкозаймистих рідин, не нагрітих вище температури навколишнього середовища:

$$R_{НКМП} = 3,1501 \cdot \sqrt{K} \cdot \left(\frac{P_{н}}{C_{НКМП}} \right)^{0,813} \cdot \left(\frac{m_{п}}{\rho_{п} \cdot P_{н}} \right)^{0,333}, \quad (44)$$

$$\rho_{г,п} = \frac{M}{V_o \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)}, \quad (45)$$

де $m_{г}$ – маса ГГ, що потрапили до навколишнього простору під час розрахункової аварії, кг;

$\rho_{г}$ – густина ГГ за розрахункової температури й атмосферного тиску, кг·м⁻³;

$m_{п}$ – маса парів ЛЗР, що потрапили до навколишнього простору за час повного випаровування, але не більше ніж 3600 с, кг;

$\rho_{п}$ – густина парів ЛЗР за розрахункової температури й атмосферного тиску, кг·м⁻³;

$P_{н}$ – тиск насичених парів ЛЗР за розрахункової температури, кПа;

- K – коефіцієнт, значення якого приймається $\tau / 3600$ для ЛЗР;
 C_{HKMP} – нижня концентраційна межа поширення полум'я по газо-, пароповітряній суміші, % (об.);
 M – молярна маса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$;
 V_0 – мольний об'єм, що дорівнює $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$;
 t_p – розрахункова температура, $^{\circ}\text{C}$.

Як розрахункову температуру t_p приймають максимально можливу температуру повітря у відповідній кліматичній зоні або максимально можливу температуру повітря за технологічним регламентом з урахуванням можливого підвищення температури у разі розрахункової аварії. Якщо такого значення розрахункової температури t_p визначити не вдається, її приймають 61°C .

10.1.2.2 За початок відліку горизонтального розміру зони приймають зовнішні габаритні розміри апаратів, установок, трубопроводів тощо. У будь-яких випадках значення R_{HKMP} повинно бути не менше ніж $0,3$ м для ГГ та ЛЗР.

10.1.3 Розрахунок надлишкового тиску під час згоряння сумішей горючих газів і /або парів ЛЗР та ГР з повітрям у навколишньому просторі

10.1.3.1 Виходячи з розглянутого варіанту розрахункової аварії, визначають масу горючих газів і/або парів ЛЗР та ГР, кг , що потрапили до навколишнього простору з технологічного апарата відповідно до 10.1.1.2 – 10.1.1.7.

10.1.3.2 Величину розрахункового надлишкового тиску ΔP у кілопаскалях, що розвивається у разі займання газо-, пароповітряних сумішей, визначають за формулою:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(0,8 m_{np}^{0,33} / r + 3 m_{np}^{0,66} / r^2 + 5 m_{np}^{0,66} / r^3 \right), \quad (46)$$

- де P_0 – атмосферний тиск, кПа (допускається приймати таким, що дорівнює $101,3$ кПа);
 r – відстань від геометричного центра зовнішньої установки до межі розрахункової зони, м ;

Приведену масу ГГ і/або парів ЛЗР та ГР у кілограмах, обчислюють за формулою:

$$m_{np} = (Q_{32} / Q_0) \cdot m \cdot Z, \quad (47)$$

- де Q_{32} – питома теплота згоряння ГГ і/або парів ЛЗР та ГР, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$;
 Z – коефіцієнт участі ГГ і/або парів ЛЗР та ГР у горінні, який дозволено приймати $0,1$;
 Q_0 – константа, що дорівнює $4,52 \cdot 10^6$ $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$;
 m – маса ГГ (m_g) і/або парів ЛЗР та ГР (m_n), які потрапили до навколишнього простору у результаті розрахункової аварії, кг .

10.2 Метод розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою для горючого пилу

10.2.1 Під час розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою для горючого пилу як розрахунковий потрібно вибирати найбільш несприятливий варіант аварії або період нормальної роботи апаратів, за якого у вибуху і/або горінні бере участь найбільша кількість горючої пилоповітряної суміші, найбільш небезпечної щодо наслідків такого вибуху і/або горіння.

10.2.2 Кількість речовин, які вийшли з установки і можуть утворювати горючі пилоповітряні суміші, визначають, виходячи з того, що в момент розрахункової аварії відбулася планова (ремонтні роботи) або раптова розгерметизація одного з технологічних апаратів, за якої відбулося аварійне викидання до навколишнього простору пилу, який знаходився в апараті.

10.2.3 Розрахункову масу горючого пилу m_{2n} у кілограмах, що знаходиться у стані аерозолі у навколишньому просторі в результаті розрахункової аварії, визначають за формулою:

$$m_{2n} = \min \left\{ \begin{array}{l} m_{вз} + m_{ав} \\ \rho_{см} V_{ав} / Z \end{array} \right., \quad (48)$$

де $m_{\text{вз}}$ – розрахункова маса частини відкладеного поблизу апарата (відстань від апарата визначається дослідним шляхом) горючого пилу, що перейшов у стан аерозолі, кг;
 $m_{\text{ав}}$ – розрахункова маса горючого пилу, що потрапив до навколишнього простору з апарата у результаті розрахункової аварії та перейшов у стан аерозолі, кг;
 $\rho_{\text{ст}}$ – стехіометрична концентрація горючого пилу в аерозолі, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;
 $V_{\text{ав}}$ – розрахунковий об'єм пилоповітряної хмари, утвореної при аварійній ситуації у навколишньому просторі, м^3 .

За відсутності можливості отримання відомостей для розрахунку $V_{\text{ав}}$ приймають:

$$m_{2п} = m_{3в} + m_{ав} \quad (49)$$

Примітка. У формулі (48) приймають мінімальне значення маси горючого пилу, що була обчислена за двома способами.

10.2.4 Розрахункову масу частини відкладеного поблизу апарата горючого пилу $m_{3в}$ у кілограмах, що перейшов у стан аерозолі, визначають за формулою:

$$m_{3в} = K_2 \cdot K_{\text{вп}} \cdot m_{п.в} \quad (50)$$

де K_2 – частка горючого пилу в загальній масі відкладень пилу;
 $K_{\text{вп}}$ – частка пилу, що відклався поблизу апарата, який здатний перейти у стан аерозолі в результаті розрахункової аварії. У разі відсутності експериментальних даних щодо значення $K_{\text{вп}}$ дозволено приймати $K_{\text{вп}} = 0,9$;
 $m_{п.в}$ – маса пилу, що відклався поблизу апарата до моменту розрахункової аварії, кг.

10.2.5 Розрахункову масу горючого пилу $m_{ав}$ у кілограмах, що потрапив до навколишнього простору з апарата у результаті розрахункової аварії та перейшов у стан аерозолі, визначають за формулою:

$$m_{ав} = (m_{\text{ап}} + q \cdot \tau_{п}) \cdot K_{п} \quad (51)$$

де $m_{\text{ап}}$ – маса горючого пилу, що потрапив до навколишнього простору у разі розгерметизації технологічного апарата, кг;
 q – витрата, з якою продовжують надходити пилоподібні речовини до аварійного апарата по трубопроводах до моменту їх перекривання, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$;
 $\tau_{п}$ – розрахунковий час перекривання трубопроводів, с (визначають у кожному конкретному випадку, виходячи з реальної обстановки) потрібно приймати згідно з 10.1.1.2 в);
 $K_{п}$ – коефіцієнт пилення, що представляє собою відношення маси пилу в стані аерозолі до всієї маси пилу, який вийшов з апарата до навколишнього простору.

У разі відсутності обмежувальних викидів пилу інженерних пристроїв слід вважати що в момент розрахункової аварії відбувається аварійне викидання до навколишнього простору всього пилу, який знаходився в апараті;

У разі відсутності експериментальних даних щодо значення $K_{п}$ приймають:

а) для пилу з дисперсністю не менш ніж 350 мкм – $K_{п} = 0,5$;

б) для пилу з дисперсністю менш ніж 350 мкм – $K_{п} = 1,0$.

10.2.6 Надлишковий тиск ΔP , що розвивається у разі займання горючого пилу, розраховують таким чином:

а) визначають приведену масу горючого пилу $m_{пр}$, кг, за формулою:

$$m_{пр} = m_{п} \cdot Z_{п} \cdot H_{т} / H_{то} \quad (52)$$

де $m_{п}$ – маса горючого пилу, що потрапив до навколишнього простору в результаті розрахункової аварії, кг;
 $Z_{п}$ – коефіцієнт участі горючого пилу у вибуху і/або горінні, значення якого дозволено приймати 0,1. В окремих обґрунтованих випадках значення Z може бути знижено, але не менш ніж до 0,02;

H_f – теплота згоряння пилу, Дж·кг⁻¹;
 $H_{то}$ – константа, приймається 4,6·10⁶ Дж·кг⁻¹;

б) обчислюють розрахунковий надлишковий тиск ΔP у кілопаскалях за формулою:

$$\Delta P = P_o \cdot \left(0,8 m_{пр}^{0,33} / r + 3 m_{пр}^{0,66} / r^2 + 5 m_{пр}^{0,66} / r^3 \right), \quad (53)$$

де r – відстань від геометричного центра зовнішньої установки до межі розрахункової зони, м.
 P_o – атмосферний тиск, що дорівнює 101,3 кПа.

10.2.7 За умови відсутності даних про масу горючих пилу і/або волокон, що потрапили до навколишнього простору в результаті розрахункової аварії та перейшли у стан аерозолі, та масу відкладеного поблизу апарату горючих пилу і/або волокон і, як наслідок, неможливості виконання розрахунків, приймати категорію зовнішньої установки – Б₃.

10.3 Метод розрахунку інтенсивності теплового випромінювання від вогнища пожежі

10.3.1 Інтенсивність теплового випромінювання розраховують для двох варіантів пожежі (або для того з них, який може бути реалізований у даній технологічній установці):

а) горіння розливів ЛЗР та ГР або твердих горючих матеріалів (включно з пилом);

б) "вогняна куля" – великомасштабне дифузійне горіння, що відбувається у разі розриву резервуара з горючою рідиною або газом під тиском, із займанням вмісту резервуара.

Якщо можлива реалізація обох варіантів, то під час оцінювання значень критеріїв за пожежною небезпекою враховується більше з двох значень інтенсивності теплового випромінювання.

10.3.2 Інтенсивність теплового випромінювання q у кіловатах на квадратний метр під час горіння розливів горючих рідин або твердих горючих матеріалів обчислюють за формулою:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi, \quad (54)$$

де E_f – середньоповерхнева густина теплового випромінювання полум'я, кВт·м⁻²;

F_q – кутовий коефіцієнт опромінення;

ψ – коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу.

Значення E_f приймають на основі експериментальних даних. Для деяких видів рідкого вуглеводневого палива значення E_f наведені у таблиці 7. У разі відсутності даних величину E_f приймають: 100 кВт·м⁻² – для ЗВГ; 40 кВт·м⁻² – для нафтопродуктів і твердих матеріалів.

Таблиця 7 – Середньоповерхнева густина теплового випромінювання полум'я E_f залежно від діаметра вогнища пожежі й питома масова швидкість вигорання M_v для деяких видів рідкого вуглеводневого палива

Паливо	E_f , кВт·м ⁻²					M_v , кг·м ⁻² ·с ⁻¹
	$d = 10$ м	$d = 20$ м	$d = 30$ м	$d = 40$ м	$d = 50$ м	
ЗПГ (метан)	220	180	150	130	120	0,08
ЗВГ (пропан-бутан)	80	63	50	43	40	0,10
Бензин	60	47	35	28	25	0,06
Дизельне пальне	40	32	25	21	18	0,04
Нафта	25	19	15	12	10	0,04

Примітка. Для діаметрів вогнищ пожежі менше 10 м або більше 50 м потрібно приймати величину E_f таку саму, як і для вогнищ пожежі діаметром 10 м і 50 м відповідно.

За відсутності даних величину E_f приймають 100 кВт·м⁻² для ЗВГ, 40 кВт·м⁻² – для нафтопродуктів, 40 кВт·м⁻² – для твердих матеріалів

Розраховують характерний розмір розливу рідини d у метрах за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \quad (55)$$

де F – площа розливу, м².

Обчислюють висоту полум'я H у метрах за формулою:

$$H = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{M_v}{\rho_n \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61}, \quad (56)$$

де M_v – питома масова швидкість вигорання палива, кг · м⁻² · с⁻¹;

ρ_n – густина навколишнього повітря, кг · м⁻³;

$g = 9,81$ м · с⁻² – прискорення вільного падіння.

Визначають кутовий коефіцієнт опромінення F_q за формулою:

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_H^2}, \quad (57)$$

де F_v , F_H – фактори опромінення для вертикальної і горизонтальної площадок відповідно, які визначаються за формулами:

$$F_v = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{S} \cdot \arctg \left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} \right) - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right\} \right], \quad (58)$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{(B-1/S)}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}} \right) - \frac{(A-1/S)}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right], \quad (59)$$

$$A = (h^2 + S^2 + 1)/(2 \cdot S), \quad (60)$$

$$B = (1 + S^2)/(2 \cdot S), \quad (61)$$

$$S = 2r/d, \quad (62)$$

$$h = 2H/d, \quad (63)$$

де r – відстань від геометричного центра розливу (від зовнішньої установки) до об'єкта, що опромінюється, м.

Визначають коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу за формулою:

$$\psi = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5d)]. \quad (64)$$

10.3.3 Інтенсивність теплового випромінювання для "вогняної кулі" q , кВт · м⁻², обчислюють за формулою (54).

Величину E_f визначають на основі експериментальних даних. За їх відсутності приймають 450 кВт · м⁻².

Значення F_q обчислюють за формулою:

$$F_q = \frac{H/D_s + 0,5}{4 \cdot \left[(H/D_s + 0,5)^2 + (r/D_s)^2 \right]^{1,5}}, \quad (65)$$

де H – висота центра "вогняної кулі", м;

D_s – ефективний діаметр "вогняної кулі", м;

r – відстань від об'єкта, що опромінюється, до точки на поверхні землі безпосередньо під центром "вогняної кулі", м.

Ефективний діаметр "вогняної кулі" D_s , м, визначають за формулою:

$$D_s = 5,33 m^{0,327}, \quad (66)$$

де m – маса горючої речовини, кг.

Значення H визначають у ході спеціальних досліджень. За їх відсутності приймають $D_s/2$.

Проміжок часу існування "вогняної кулі" t_s , с, визначають за формулою:

$$t_s = 0,92 m^{0,303}. \quad (67)$$

Коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу ψ розраховують за формулою:

$$\psi = \exp\left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2\right)\right]. \quad (68)$$

ДОДАТОК А
(довідковий)

РОЗРАХУНКОВЕ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА Z УЧАСТІ ГОРЮЧИХ ГАЗІВ І ПАРІВ
НЕНАГРІТИХ ЛЕГКОЗАЙМИСТИХ РІДИН У ВИБУХУ

Матеріали цього додатка застосовують для випадку $100m/(\rho_{г,п} \cdot V_{вільн}) < 0,5 C_{НКМП}$, де $C_{НКМП}$ – нижня концентраційна межа поширення полум'я по газо- або пароповітряній суміші, % (об.), для приміщень у формі прямокутного паралелепіпеда з відношенням довжини до ширини не більше 5; $\rho_{г,п}$ – густина газу або парів рідини за розрахункової температури, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$; $V_{вільн}$ – вільний об'єм приміщення, м^3 ;

$\rho_{г,п}$ – густина горючого газу або пари горючої рідини за розрахункової температури, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 $V_{вільн}$ – вільний об'єм приміщення, м^3 .

A.1.1 Коефіцієнт Z участі горючих газів і парів легкозаймистих рідин у вибуху за заданого рівня значущості $Q(C > \bar{C})$ (рівень значущості у даному випадку – ймовірність того, що значення концентрації C перевищить значення математичного очікування цієї випадкової величини \bar{C}) розраховують за формулами:

якщо $X_{НКМП} \leq \frac{1}{2}L$ та $Y_{НКМП} \leq \frac{1}{2}S$, то

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot \pi}{m} \rho_{г,п} \left(C_o + \frac{C_{НКМП}}{\delta} \right) X_{НКМП} Y_{НКМП} Z_{НКМП}; \quad (\text{A.1})$$

якщо $X_{НКМП} > \frac{1}{2}L$ та $Y_{НКМП} > \frac{1}{2}S$, то

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot \pi}{m} \rho_{г,п} \left(C_o + \frac{C_{НКМП}}{\delta} \right) F \cdot Z_{НКМП}, \quad (\text{A.2})$$

де C_o – передекспоненціальний множник, % (об.), що дорівнює:

у разі відсутності рухливості повітряного середовища для горючих газів

$$C_o = 3,77 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{\rho_{г} \cdot V_{вільн}}, \quad (\text{A.3})$$

у разі рухливості повітряного середовища для горючих газів

$$C_o = 3 \cdot 10^2 \cdot \frac{m}{\rho_{г} \cdot V_{вільн} \cdot U}, \quad (\text{A.4})$$

у разі відсутності рухливості повітряного середовища для парів легкозаймистих рідин

$$C_o = C_H \cdot \left(\frac{m \cdot 100}{C_H \cdot \rho_{п} \cdot V_{вільн}} \right)^{0,41}, \quad (\text{A.5})$$

у разі рухливості повітряного середовища для парів легкозаймистих рідин

$$C_o = C_H \cdot \left(\frac{m \cdot 100}{C_H \cdot \rho_{п} \cdot V_{вільн}} \right)^{0,46}, \quad (\text{A.6})$$

де m – маса горючого газу або парів ЛЗР, що потрапляють до об'єму приміщення відповідно до розділу 7, кг;

δ – допустимі відхилення концентрації за рівня значущості $Q(C > \bar{C})$, що задається, наведено в таблиці цього додатка;

X_{HKMP} , Y_{HKMP} , Z_{HKMP} – відстані по осях X , Y і Z від джерела надходження горючого газу або парів ЛЗР, які обмежені нижньою концентраційною межею поширення полум'я відповідно, м; розраховують за формулами (А.10) – (А.12) додатка;

L , S – довжина і ширина приміщення, м;

F – площа підлоги приміщення, м²;

U – рухливість повітряного середовища, м·с⁻¹;

C_H – концентрація насичених парів ЛЗР за розрахункової температури t_p , °С, повітря у приміщенні, % (об.).

Концентрацію C_H може бути обчислено за формулою:

$$C_H = 100 \cdot \frac{P_a}{P_0}, \quad (A.7)$$

де P_a – тиск насичених парів ЛЗР, кПа, за розрахункової температури t_p , °С (приймають за довідниковою літературою);

P_0 – атмосферний тиск, що дорівнює 101,3 кПа.

Таблиця А.1 – Значення допустимих відхилень концентрації δ за рівня значущості $Q(C > \bar{C})$

Характер розподілу концентрацій	$Q(C > \bar{C})$	δ
Для горючих газів у разі відсутності рухливості повітряного середовища	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 газів у разі рухливості повітряного середовища	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 парів легкозаймистих рідин у разі відсутності рухливості повітряного середовища	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 парів легкозаймистих рідин у разі рухливості повітряного середовища	0,1	1,21
	0,05	1,27
	0,01	1,38
	0,003	1,45
	0,001	1,51
	0,000001	1,75

Рівень значущості $Q(C > \bar{C})$ вибирають, виходячи з особливостей технологічного процесу. Можливо приймати значення $Q(C > \bar{C})$, що дорівнює 0,05.

A.1.2 Значення коефіцієнта Z участі парів легкозаймистих рідин у вибуху може бути визначено за графіком, який наведено на рисунку А.1.

Значення X визначають за формулою:

$$X = \begin{cases} C_H / C^* & \text{якщо } C_H \leq C^* ; \\ 1, & \text{якщо } C_H > C^* , \end{cases} \quad (\text{A.8})$$

де C^* – величина, що задається співвідношенням

$$C^* = \varphi \cdot C_{\text{ст}} , \quad (\text{A.9})$$

де C^* – ефективний коефіцієнт надлишку горючої речовини, який приймають 1,9;
 $C_{\text{ст}}$ – стехіометрична концентрація.

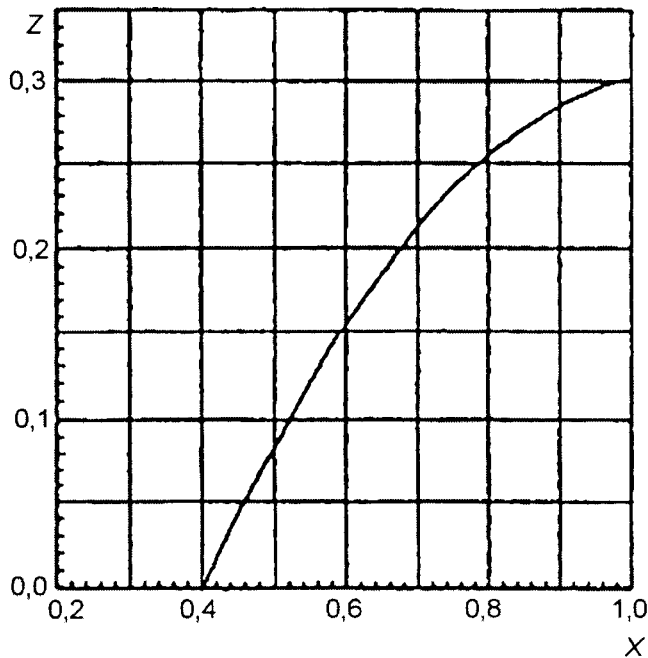


Рисунок А.1 – Значення коефіцієнта Z участі парів легкозаймистих рідин у вибуху

A.1.3 Відстані $X_{\text{НКМП}}$, $Y_{\text{НКМП}}$ і $Z_{\text{НКМП}}$ розраховують за формулами:

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

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

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

де K_1 – коефіцієнт, який приймають 1,1314 для горючих газів і 1,1958 для парів легкозаймистих рідин;
 K_2 – коефіцієнт, який приймають таким, що дорівнює 1 для горючих газів, і $K_2 = \tau/3600$ для парів легкозаймистих рідин;

K_3 – коефіцієнт, який приймають 0,0253 для горючих газів у разі відсутності рухливості повітряного середовища; 0,02828 для горючих газів у разі рухливості повітряного середовища; 0,04714 для парів легкозаймистих рідин у разі відсутності рухливості повітряного середовища і 0,3536 для парів легкозаймистих рідин при рухливості повітряного середовища;

H – висота приміщення, м.

За від'ємних значень логарифмів відстані X_{HKMP} , Y_{HKMP} і Z_{HKMP} приймають такими, що дорівнюють 0.

Код УКНД 13.220.91.040.20

Ключові слова: вибух, виробниче приміщення, горюча речовина, категорія приміщень, будинки та зовнішні установки за вибухопожежною та пожежною небезпекою, протипожежна перешкода