



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДСТУ X.X:201X

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

Загальні положення

Видання офіційне

Київ
ДП «УкрНДНЦ»
2017

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Технічний комітет стандартизації «Пожежна безпека та протипожежна техніка (ТК 25)
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від _____ 201_ р. № ____ з _____ - ____ - ____
- 3 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України
- 4 НА ЗАМІНУ ГОСТ 12.1.004

Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати задля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи

ДП «УкрНДНЦ», 2017

ЗМІСТ

с.

1	Сфера застосування.....	
2	Нормативні посилання.....	
3	Терміни та визначення понять.....	
4	Позначки та скорочення.....	
5	Загальні положення.....	
6	Вимоги до способів забезпечення пожежної безпеки комплексом запобігання пожежі.....	
7	Вимоги до способів забезпечення пожежної безпеки комплексом протипожежного захисту.....	
8	Загальні вимоги до комплексу організаційно-управлінського забезпечення пожежної безпеки.....	
Додаток А	Метод визначення рівня забезпечення пожежної безпеки (обов'язковий) людей та індивідуального пожежного ризику.....	
Додаток Б	Метод визначення ризику виникнення пожежі на (обов'язковий) об'єкті.....	
Додаток В	Умови пожежовибухобезпеки при використанні речовин і (обов'язковий) матеріалів.....	
Додаток Г	Вимоги пожежної безпеки по сумісному зберіганню речовин (довідковий) і матеріалів.....	
Додаток Д	Загальна схема забезпечення пожежної безпеки об'єкта (довідковий) захисту комплексами запобігання пожежі, протипожежного захисту та організаційно-управлінських заходів	
Додаток Е	Бібліографія.....	
(довідковий)		

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА
Загальні положення**FIRE SAFETY**
General provisionsЧинний від 201Х-ХХ-ХХ**1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт установлює загальні вимоги пожежної безпеки до об'єктів захисту різного призначення.

Цей стандарт застосовується до:

- комплексу запобігання пожежі;
- комплексу протипожежного захисту;
- комплексу організаційно-управлінських заходів.

Цей стандарт використовується всіма суб'єктами господарювання, органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, громадянами України, іноземцями та особами без громадянства, які перебувають на Україні на законних підставах.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

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

ДСТУ 4500-3:2008 Вантажі небезпечні. Класифікація

ДСТУ 4500-5:2005 Вантажі небезпечні. Маркування

ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартів безпеки праці. Пожежовибухонебезпека статичної електрики. (Система стандартів безпеки праці. Пожежовибухонебезпека статичної електрики. Загальні вимоги)

ГОСТ 19433-88* Грузы опасные. Классификация и маркировка (Вантажі небезпечні. Класифікація та маркування)

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

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

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

3.1 об'єкт захисту

Будівля, споруда, приміщення, процес, технологічна установка, речовина, матеріал, транспортний засіб, виріб, а також їх елементи в сукупності. До складу об'єкта захисту входить і людина.

3.2 пожежний ризик

Ймовірність реалізації пожежної небезпеки об'єкту захисту і її наслідків для людей і матеріальних цінностей.

3.3 індивідуальний пожежний ризик

Пожежний ризик який може привести до загибелі людини в результаті впливу небезпечних чинників пожежі.

3.4 рівень забезпечення пожежної безпеки

Кількісна оцінка наслідків, яких можливо запобігти при імовірній пожежі.

3.5 пожежна безпека

Згідно ДСТУ-2272:2006.

3.6 пожежна небезпека

Згідно ДСТУ 2272-2006.

3.7 протипожежна техніка

Згідно ДСТУ 2273-2006.

3.8 пожежа

Згідно ДСТУ 2272-2006.

3.9 небезпечний чинник пожежі

Згідно ДСТУ 2272-2006.

3.10 горюче середовище

Згідно ДСТУ 2272:2006.

3.11 пожежне оперативне обслуговування

Згідно ДСТУ 2272:2006.

3.12 пожежна автоматика

Згідно ДСТУ 2273.

3.13 первинний засіб пожежогасіння

Згідно ДСТУ 2272

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

У цьому стандарті вжиті такі позначки та скорочення:

АСПГ – автоматична система пожежогасіння;

ГР – горюча речовина;

ГС – горюче середовище;

ДЗ – джерело запаювання;

КІ— кисневий індекс;

НЧП – небезпечні чинники пожежі;

ОК – окислювач;

СПЗ – система протипожежного захисту;

ТВ – теплове випромінювання.

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Пожежна безпека об'єкта захисту повинна забезпечуватися комплексом запобігання пожежі, комплексом протипожежного захисту та комплексом організаційно-управлінських заходів.

Пожежна безпека об'єкта характеризується рівнем забезпечення безпеки людей, а також економічним ефектом витрат на її забезпечення.

5.2 Під пожежною безпекою людей слід розуміти запобігання впливу на людей небезпечних чинників пожежі, в тому числі їх вторинних проявів.

Небезпечними чинниками пожежі є:

- полум'я і іскри;
- підвищена температура навколишнього середовища;
- токсичні продукти горіння і термічного розкладання;
- дим;
- знижена концентрація кисню.

До вторинних проявів небезпечних чинників пожежі відносяться:

- уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій, будівель і споруд;
- радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, що вийшли із зруйнованих апаратів і установок;

- електричний струм, що виник в результаті винесення високої напруги на струмопровідні частини конструкцій, апаратів, агрегатів;
- небезпечні чинники вибуху (ударна хвиля, полум'я, уламки конструкцій, обладнання, комунікацій, будівель і споруд, шкідливі речовини, що вивільнились в наслідок вибуху);
- негативні наслідки обумовлені застосуванням вогнегасних речовин.

5.3 Показником оцінювання рівня забезпечення пожежної безпеки людей на об'єктах є ймовірність запобігання впливу на них небезпечних чинників пожежі, яка повинна бути не менше 0,99999 на рік у розрахунку на кожну людину, а прийнятний рівень індивідуального пожежного ризику повинен бути не більше ніж 10^{-5} , в рік з розрахунку на кожну людину.

Метод визначення рівня забезпечення пожежної безпеки людей та індивідуального пожежного ризику наведено в додатку А.

Рівень індивідуального пожежного ризику можна знизити за допомогою застосування відповідних засобів протипожежної техніки та заходів організаційно-управлінської системи.

5.4 Рівень ризику виникнення пожежі на об'єкті визначається за методом наведеним в додатку Б.

5.5 Економічний ефект витрат на забезпечення пожежної безпеки об'єкту визначається як різниця вартісної оцінки попереджених втрат від пожежі за розрахунковий період та вартісної оцінки витрат на реалізацію заходів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкту за цей самий період.

5.6 Ризик виникнення пожежі від (в) електричного або іншого одиничного технологічного виробу або обладнання при їх розробці і виготовленні не повинен перевищувати значення 10^{-6} на рік.

5.7 Вимоги до складових комплексів що забезпечують пожежну безпеку об'єкту захисту повинні встановлюватися нормативно-правовими актами та нормативними документами.

6 ВИМОГИ ДО СПОСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ КОМПЛЕКСОМ ЗАПОБІГАННЯ ПОЖЕЖІ

6.1 Запобігання пожежі повинне досягатися запобіганням утворення горючого середовища і (або) запобіганням виникнення в горючому середовищі (або внесення до нього) джерел запалювання.

6.2 Запобігання утворення горючого середовища повинно забезпечуватися одним із таких способів або їх комбінацією:

- максимально можливим за умовами технології і будівництва обмеженням маси і (або) об'єму горючих речовин, матеріалів і найбільш безпечними умовами та способом їх розміщення;
- підтриманням безпечної концентрації горючого середовища;
- достатньою концентрацією флегматизатора в захищуваному об'ємі;
- підтриманням параметрів горючого середовища (температура, тиск, вологість тощо), за яких виникнення та поширення горіння виключається;
- ізоляцією горючого середовища від загального об'єму приміщення;
- улаштуванням пожежонебезпечного устаткування в окремих приміщеннях або на відкритих майданчиках;
- максимальною механізацією і автоматизацією технологічних процесів (автоматичне відключення, припинення подавання горючих речовин і матеріалів тощо), пов'язаних з обігом горючих речовин;
- застосуванням пристроїв захисту виробничого обладнання з горючими речовинами від пошкоджень та аварій.

Умови пожежовибухобезпеки при використанні речовин і матеріалів із урахуванням коефіцієнтів безпеки наведені в додатку В.

6.3 Запобігання утворення в горючому середовищі джерел запалювання має досягатися застосуванням одним із таких способів або їх комбінацією:

- застосуванням машин, механізмів, устаткування, пристроїв, при експлуатації яких не утворюються джерела запалювання;
- застосуванням електрообладнання, що відповідає пожежонебезпечним і вибухонебезпечним зонам, згідно НПАОП 40.1-1.32-01;
- застосуванням в конструкції устаткування швидкодіючих засобів захисного відключення можливих джерел запалювання;
- застосуванням технологічного процесу і обладнання, що задовольняє вимогам електростатичної іскробезпеки згідно з ГОСТ 12.1.018;
- улаштуванням блискавкозахисту будівель, споруд і обладнання;
- підтриманням температури поверхні машин, механізмів, устаткування, пристроїв, речовин і матеріалів, які можуть увійти в контакт з горючим середовищем, нижче гранично допустимої, що становить 80% від найменшої температури самозаймання горючої речовини;
- виключення можливості появи іскрового розряду в займистому середовищі з енергією, яка дорівнює і вище мінімальної енергії запалювання;
- застосуванням інструменту, що не утворює іскор, під час роботи з легкозаймистими рідинами і горючими газами;
- ліквідацією умов для теплового, хімічного та (або) мікробіологічного самозаймання речовин та матеріалів, що обертаються. Порядок сумісного зберігання речовин та матеріалів наведено в додатку Г;
- усуненням контакту з повітрям пірофорних речовин.

6.4 Обмеження маси і (або) об'єму горючих речовин і матеріалів, а також найбільш безпечний спосіб їх розміщення повинні досягатися застосуванням одного з наступних способів або їх комбінацією:

- зменшенням маси і (або) об'єму горючих речовин і матеріалів, що знаходяться одночасно в приміщенні або на відкритих майданчиках;
- пристроєм аварійного зливання пожежонебезпечних рідин та аварійного стравлювання горючих газів з апаратури;

- улаштуванням на технологічному обладнанні систем противибухового захисту;
- періодичним очищенням території, на якій розташовується об'єкт, приміщень, комунікацій, апаратури від горючих відходів, відкладень пилу, пуху тощо;
- видаленням пожежонебезпечних відходів виробництва;
- заміною легкозаймистих і горючих рідин на пожежобезпечні технічні мийні засоби.

6.5 Категорювання приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою здійснюється з урахуванням рівня їх пожежної небезпеки (необхідного рівня забезпечення пожежної безпеки) за ДСТУ Б В.1.1-36.

7 ВИМОГИ ДО СПОСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ КОМПЛЕКСОМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

7.1 Протипожежний захист об'єкту повинен досягатися:

- забезпеченням евакуації людей;
- застосуванням відповідних систем протипожежного захисту;
- застосуванням первинних засобів пожежогасіння;
- забезпеченням обмеження поширення пожежі;
- забезпеченням пожежного оперативного обслуговування об'єкта захисту пожежно-рятувальними підрозділами;
- забезпечення безпеки пожежно-рятувальних підрозділів.

7.2 Забезпечення евакуації людей полягає у таких об'ємно-планувальних і конструктивних рішеннях, за яких евакуація з об'єкту завершується до настання гранично допустимих для людини значень небезпечних чинників пожежі, а при недоцільності евакуації – забезпечується індивідуальний та/або колективний захист людей на об'єкті. Для забезпечення евакуації необхідно:

- встановити кількість, розміри і відповідне конструктивне виконання евакуаційних шляхів і виходів;
- забезпечити можливість безперешкодного руху людей по евакуаційним шляхам;
- організувати при необхідності управління рухом людей по евакуаційним шляхам (світлові покажчики, звукове і мовленнєве оповіщення, знаки безпеки тощо).

7.3 До систем протипожежного захисту відносяться:

- системи пожежної сигналізації;
- автоматичні системи пожежогасіння;
- системи оповіщення про пожежу та управління евакуюванням;
- системи протидимного захисту;
- системи централізованого пожежного спостереження;
- диспетчеризація засобів пожежної автоматики об'єкта та устаткування, що не входить до складу пожежної автоматики, але пов'язане із забезпеченням безпеки людей на об'єкті при виникненні пожежі (пожежні ліфти; протипожежні двері, ворота, люки, клапани, завіси тощо).

7.3.1 На кожному об'єкті має бути забезпечене своєчасне оповіщення людей та/або сигналізація про пожежу в його початковій стадії технічними або організаційними засобами.

7.3.2 Система протидимного захисту об'єктів повинна забезпечувати незадимлення, зниження температури і видалення продуктів горіння і термічного розкладання на шляхах евакуації протягом часу, достатнього для евакуації людей та/або колективного захисту людей (а індивідуального?).

7.4 Обмеження поширення пожежі має досягатися застосуванням одного з наступних способів або їх комбінацією:

- розміщення вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних об'єктів з урахуванням переважаючого напрямку вітру, а також рельєфу місцевості;

- встановленням протипожежних відстаней між об'єктами;
- застосуванням будівельних матеріалів з нормованими показниками пожежної небезпеки;
- застосуванням будівельних конструкцій з нормованими класами вогнестійкості та групами поширення вогню;
- застосуванням вогнезахисту будівельних конструкцій, виробів та матеріалів об'єкту;
- застосуванням пристроїв та/або об'ємно-планувальних і конструктивних рішень об'єкта, що забезпечують обмеження поширення пожежі (протипожежні перешкоди, відсіки і секції; засоби, що запобігають або обмежують розливання і розтікання рідин під час пожежі; вогнезатримуючі пристрої в обладнанні);
- обмеженням умовної висоти будинків і споруд;
- аварійним відключенням і перемиканням установок та комунікацій.

7.5 Пожежно-оперативне обслуговування як функція пожежно-рятувальних підрозділів полягає у:

- рятуванні людей;
- гасінні пожеж та загорянь;
- підтриманні протипожежної техніки у стані постійної готовності.

7.5.1 Рятування людей забезпечується застосуванням:

- спеціальних пожежних машин;
- пожежно-рятувальних пристроїв;
- засобів колективного та індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі, які повинні забезпечувати безпеку людей протягом всього часу дії небезпечних чинників пожежі;
- відповідних об'ємно-планувальних і конструктивних рішень об'єкту (незадимлювані сходові клітки, зовнішні пожежні драбини, тощо).

7.5.2 Гасіння пожеж та загорянь забезпечується застосуванням пожежних машин, вогнегасних речовин (необхідна швидкість нарощування їх подавання) та пожежного устаткування.

7.5.3 Для протипожежної техніки повинні бути визначені:

- допустимі вогнегасні речовини (в тому числі з позиції вимог екології та сумісності з палаючими речовинами і матеріалами);
- способи і засоби подачі вогнегасних речовин для пожежогасіння;
- вимоги до стійкості від впливу небезпечних чинників пожежі та їх вторинних проявів;
- вимоги техніки безпеки.

7.6 Забезпечення безпеки пожежно-рятувальних підрозділів має досягатися:

- улаштуванням проїздів і під'їзних шляхів для пожежних машин;
- улаштуванням зовнішніх пожежних драбин, пожежних ліфтів, забезпеченням інших способів доступу пожежно-рятувальних підрозділів до об'єкту захисту;
- улаштуванням систем внутрішнього та зовнішнього протипожежного водопостачання.

8 ВИМОГИ ДО КОМПЛЕКСУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКИХ ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

8.1 Загальними принципами роботи комплексу організаційно-управлінських заходів забезпечення пожежної безпеки є:

- принцип системності – передбачає, що організація робіт повинна охоплювати всі складові комплексу забезпечення пожежної безпеки, мати узгодженість між складовими, постійний та упорядкований характер;
- принцип попередження – передбачає, що діяльність має носити попереджувальний характер, спрямований на своєчасне виявлення та усунення негативних факторів, що можуть призвести до пожежі;
- принцип колективізму – передбачає участь усіх працівників об'єкта в роботі із забезпечення пожежної безпеки згідно зі своїми функціональними обов'язками;

- принцип інформованості – передбачає, що здійснення заходів з пожежної безпеки базується на максимальній інформованості кожного працівника про негативні чинники пожежі;
- принцип виявлення та усунення причин – передбачає проведення профілактичної роботи, спрямованої на усунення виявлених недоліків;
- принцип адекватності – передбачає відповідність заходів із забезпечення пожежної безпеки реальним та потенційним загрозам;
- принцип відповідальності – передбачає усвідомлення кожним працівником об'єкта його відповідальності за дотримання вимог пожежної безпеки.

8.2 Основною метою комплексу організаційно-управлінських заходів забезпечення пожежної безпеки об'єкта є створення умов для попередження виникнення та розвитку пожежі, а також впливу на людей та майно небезпечних чинників пожежі.

8.3 Функціонування комплексу організаційно-управлінських заходів забезпечується:

- формуванням структури управління пожежною безпекою об'єкта;
- аналізуванням стану пожежної безпеки об'єкта;
- дослідженням та обліком пожеж;
- оцінкою пожежного ризику;
- розробленням нормативних документів;
- плануванням і фінансуванням заходів по забезпеченню пожежної безпеки об'єкта.

8.4 Основними задачами комплексу організаційно-управлінських заходів забезпечення пожежної безпеки є:

- організація роботи по функціонуванню комплексу запобігання пожежі;
- розробка та впровадження заходів по функціонуванню комплексу протипожежного захисту;

- розробка та реалізація організаційно-технічних заходів по забезпеченню пожежної безпеки.

Загальна схема забезпечення пожежної безпеки об'єкта захисту комплексами запобігання пожежі, протипожежного захисту та організаційно-управлінських заходів наведена в додатку Д.

8.5 Організаційно-технічні заходи повинні включати:

- організацію пожежної охорони на об'єктах;
- встановлення в технічній документації на речовини, матеріали, вироби, технологічні процеси, будівлі і споруди об'єктів вимог щодо забезпечення пожежної безпеки;
- організацію навчання людей правилам пожежної безпеки;
- розробку і реалізацію норм і правил пожежної безпеки, інструкцій, про дотримання протипожежного режиму та діях людей при виникненні пожежі;
- виготовлення і застосування засобів наочної агітації щодо забезпечення пожежної безпеки;
- порядок зберігання речовин і матеріалів, в залежності від їх фізико-хімічних і пожежонебезпечних властивостей;
- нормування чисельності людей на об'єкті за умовами безпеки їх під час пожежі;
- розробку заходів щодо дій на випадок виникнення пожежі та організації евакуації людей;
- визначення основних видів, кількості, розміщення і обслуговування протипожежної техніки на об'єкті.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

МЕТОД
ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЛЮДЕЙ
ТА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ

А.1 Загальні положення

А.1.1 Цей метод встановлює порядок розрахунку для об'єктів захисту рівня забезпечення пожежної безпеки людей та індивідуального пожежного ризику.

А.1.2 Показником оцінювання рівня забезпечення пожежної безпеки людей на об'єктах є ймовірність запобігання впливу (P_v) на них небезпечних чинників пожежі (НЧП), перелік яких визначено цим стандартом.

А.1.3 Ймовірність запобігання впливу НЧП на людей визначають для найбільш небезпечного сценарію розвитку пожежі. Ймовірність запобігання впливу (P_v) НЧП на людей у будівлі чи споруді обчислюють за формулою:

$$P_v = 1 - R_I, \quad (A.1)$$

де: P_v – ймовірність запобігання впливу НЧП на людей;

R_I – розрахункове значення індивідуального пожежного ризику.

А.1.4 Розрахунок індивідуального пожежного ризику здійснюється на підставі:

- а) аналізу пожежної небезпеки будівель і споруд;
- б) визначення ймовірності реалізації пожежонебезпечних ситуацій;
- в) побудови полів небезпечних чинників пожежі для різних сценаріїв її розвитку;
- г) оцінки наслідків дії небезпечних чинників пожежі на людей для різних сценаріїв її розвитку;
- д) наявності систем забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд.

А.1.5 Кількісним вираженням індивідуального пожежного ризику є ймовірність впливу небезпечних чинників пожежі на людину, що перебуває на об'єкті захисту.

А.2 Розрахунок індивідуального пожежного ризику

А.2.1 Індивідуальний пожежний ризик є прийнятним, якщо:

$$R_I \leq R_I^H, \quad (A.2)$$

де: R_I – розрахункове значення індивідуального пожежного ризику.

R_I^H – прийнятний рівень індивідуального пожежного ризику.

Розрахункове значення пожежного ризику в будівлі чи споруді визначається як максимальне значення пожежного ризику з розглянутих сценаріїв пожежі:

$$R_I = \max \{R_{I,1}, \dots, R_{I,i}, \dots, R_{I,N}\}, \quad (A.3)$$

де: $R_{I,i}$ – розрахункове значення пожежного ризику для i -го сценарію пожежі;

N – кількість розглянутих сценаріїв пожежі.

Сценарієм пожежі є варіант розвитку пожежі з урахуванням прийнятого місця виникнення та характеру його розвитку. Сценарій пожежі визначається на основі даних про об'ємно-планувальні рішення та розміщення горючого навантаження і людей на об'єкті. Під час розрахунку розглядаються сценарії пожежі, за яких реалізуються найгірші умови для забезпечення безпеки людей. Як сценарії з найгіршими умовами пожежі слід розглядати сценарії, що характеризуються найбільш утрудненими умовами евакуації людей і (або) найбільш високою динамікою наростання НЧП, а саме пожежі:

- у приміщеннях, розрахованих на одночасне перебування 50 та більше людей;
- у системах приміщень, в яких через поширення НЧП можливе швидке блокування шляхів евакуації (коридорів, евакуаційних виходів тощо). При цьому осередок пожежі визначається в приміщенні малого об'єму поблизу від одного з евакуаційних виходів, або в приміщенні з великою кількістю горючого навантаження, що характеризується високою швидкістю поширення полум'я;
- у приміщеннях і системах приміщень атріумного типу;

– у системах приміщень, у яких через недостатню пропускну здатність шляхів евакуації можливе виникнення тривалих скупчень людських потоків.

У випадках, коли перераховані типи сценаріїв не відображають усіх особливостей об'єкту, можливий розгляд інших сценаріїв пожежі.

У приміщенні, що має два та більше евакуаційні виходи, осередок пожежі слід розміщувати поблизу виходу, що має найбільшу пропускну спроможність. При цьому даний вихід вважається блокованим з перших секунд пожежі та під час визначення розрахункового часу евакуації не враховується. У приміщенні з одним евакуаційним виходом час блокування виходу визначається розрахунком.

Сценарії пожежі, що не реалізуються при нормальному режимі експлуатації об'єкта (теракти, підпали, зберігання горючого навантаження, непередбаченого призначенням об'єкту тощо), – не розглядаються.

А.2.2 Розрахункове значення індивідуального пожежного ризику $R_{i,i}$ для i -го сценарію пожежі розраховується за формулою:

$$R_{i,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - K_{аспг,i}) \cdot P_{пр,i} \cdot (1 - P_{е,i}) \cdot (1 - K_{спз,i}), \quad (A.4)$$

де: $Q_{п,i}$ – частота виникнення пожежі в будівлі чи споруді впродовж року, що визначається на підставі статистичних даних центрального органу виконавчої влади, який реалізує державну політику у сфері цивільного захисту та забезпечує ведення державного статистичного обліку пожеж. За відсутності статистичної інформації допускається приймати $Q_{п}=4,3 \cdot 10^{-3}$ для кожної будівлі чи споруди;

$K_{аспг,i}$ – коефіцієнт, що враховує відповідність автоматичних систем пожежогасіння (далі – АСПГ) вимогам нормативно-правових актів у сфері пожежної безпеки, в тому числі дотримання вимог щодо їх експлуатації. Значення параметра $K_{аспг,i}$ приймається рівним $K_{аспг,i}=0,9$, якщо виконується хоча б одна з наступних умов:

- будівля обладнана АСПГ, що відповідає вимогам нормативних документів з питань пожежної безпеки;
- обладнання будівлі АСПГ не потрібне відповідно до вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

В інших випадках $K_{аспг,i}$ приймається рівним нулю;

$P_{пр,i}$ – імовірність перебування людей у будівлі чи споруді, що визначається співвідношенням: $P_{пр,i}=t_{функц,i}/24$, де: $t_{функц,i}$ – час перебування людей у будівлі в годинах. Значення параметра $P_{пр,i}$ приймається рівним $P_{пр,i}=0,33$ при функціонуванні будівлі впродовж 8 годин і п'ятиденному робочому тижні та $P_{пр,i}=1,0$ при цілодобовому функціонуванні будівлі впродовж тижня;

$P_{е,i}$ – імовірність евакуації людей із будівлі чи споруди;

$K_{спз,i}$ – коефіцієнт, що враховує відповідність системи протипожежного захисту (далі – СПЗ) вимогам нормативно-правових актів у сфері пожежної безпеки.

А.2.3 Імовірність евакуації людей P_e із будівлі чи споруди розраховують за формулою:

$$P_e = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{пе}}, & \text{якщо } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{пе} \text{ та } t_{ск} \leq 6 \text{ хв} \\ 0,999, & \text{якщо } t_p + t_{пе} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ та } t_{ск} \leq 6 \text{ хв} \\ 0,000, & \text{якщо } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ або } t_{ск} > 6 \text{ хв} \end{cases}, \quad (A.5)$$

де: t_p – розрахунковий час евакуації людей, хв;

$t_{пе}$ – час початку евакуації (інтервал часу від виникнення пожежі до початку евакуації людей), хв;

$t_{бл}$ – час блокування шляхів евакуації (інтервал часу від початку пожежі до блокування евакуаційних шляхів у результаті поширення на них НЧП, що мають гранично допустимі для людей значення), хв;

$t_{ск}$ – сумарний час існування скупчень людей на ділянках шляху, коли щільність людського потоку на шляхах евакуації перевищує значення $D > 0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

А.2.4 Розрахунковий час евакуації людей t_p із приміщень будівель і споруд визначається на основі моделювання руху людей до виходу назовні одним з наступних способів:

– за спрощеною аналітичною моделлю руху людського потоку відповідно до розділу А.5 цього додатку, що характеризує рух людського потоку, параметри

шляхів евакуації всередині приміщень і ззовні, переходи в сусідні приміщення, та застосовується для розрахунку загальних характеристик евакуації людей, таких як час повної евакуації й імовірність евакуації;

- за математичною моделлю індивідуально-потокowego руху людей із будівлі чи споруди відповідно до розділу А.6 цього додатку, що характеризує часові параметри евакуації та руху людей, та застосовується для моделювання руху окремої людини чи груп людей і визначення узагальнених характеристик руху потоку;

- за імітаційно-стохастичною моделлю руху людських потоків відповідно до розділу А.7 цього додатку, що характеризує рух потоків людей з урахуванням динамічної зміни його характеристик, та застосовується для розрахунку загального часу евакуації й отримання даних щодо ускладнень, які виникають під час евакуації людей.

Вибір способу визначення розрахункового часу евакуації проводиться з урахуванням специфічних особливостей об'ємно-планувальних рішень будівлі, а також особливостей контингенту (його однорідності) людей, що знаходяться в ній.

При визначенні розрахункового часу евакуації враховуються принципи складання розрахункової схеми евакуації людей, параметри руху людей різних груп мобільності, а також значення площ горизонтальних проекцій різних контингентів людей.

А.2.5 Час початку евакуації (t_{ne}) визначається відповідно до підрозділу А.8.1 цього додатку.

А.2.6 Час блокування шляхів евакуації (t_{bl}) обчислюється шляхом розрахунку часу досягнення НЧП гранично допустимих значень на евакуаційних шляхах у різні моменти часу. Порядок проведення розрахунку та математичні моделі для визначення часу блокування шляхів евакуації НЧП наведено у розділі А.9 цього додатку.

А.2.7 Коефіцієнт, що враховує відповідність системи протипожежного захисту вимогам нормативно-правових актів у сфері пожежної безпеки, ($K_{спз}$) розраховується за формулою:

$$K_{спз} = 1 - (1 - K_{спс} \cdot K_{со}) \cdot (1 - K_{спс} \cdot K_{сдт}), \quad (A.6)$$

де: $K_{спс}$ – коефіцієнт, що враховує відповідність системи пожежної сигналізації вимогам нормативно-правових актів у сфері пожежної безпеки, в тому числі дотримання вимог щодо її експлуатації;

$K_{со}$ – коефіцієнт, що враховує відповідність системи оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей вимогам нормативно-правових актів у сфері пожежної безпеки, в тому числі дотримання вимог щодо її експлуатації;

$K_{сдт}$ – коефіцієнт, що враховує відповідність системи димо- та тепловидалення та підпору повітря вимогам нормативно-правових актів у сфері пожежної безпеки, в тому числі дотримання вимог щодо її експлуатації.

Порядок оцінювання параметрів $K_{спс}$, $K_{со}$ і $K_{сдт}$ наведено у розділі А.4 цього додатку.

А.3 Порядок проведення розрахунку індивідуального пожежного ризику

Аналіз пожежної небезпеки будівлі чи споруди

А.3.1. Для проведення аналізу пожежної небезпеки здійснюється збирання даних про будівлю чи споруду, що включає:

- об'ємно-планувальні рішення;
- теплофізичні характеристики огорожуючих конструкцій і розміщеного обладнання;
- вид, кількість і розміщення горючих речовин і матеріалів;
- кількість і місця ймовірного розміщення людей;
- системи пожежної сигналізації та пожежогасіння, димо- та тепловидалення та підпору повітря, оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей.

А.3.2 На підставі отриманих даних проводиться аналіз пожежної небезпеки будівлі чи споруди, при цьому враховується:

- можлива динаміка розвитку пожежі;
- склад і характеристики системи протипожежного захисту;
- можливі наслідки впливу пожежі на людей і конструкції будівлі чи споруди.

Визначення ймовірності реалізації пожежонебезпечних ситуацій

А.3.3 Ймовірність реалізації пожежонебезпечних ситуацій визначається ймовірністю виникнення пожежі в будівлі чи споруді впродовж року. Значення ймовірності виникнення пожеж у будівлях і спорудах визначається на підставі статистичних даних за останні 10 років центрального органу виконавчої влади, який реалізує державну політику у сфері цивільного захисту та забезпечує ведення державного статистичного обліку пожеж.

Побудова полів НЧП для різних сценаріїв її розвитку

А.3.4 Для побудови полів небезпечних чинників пожежі проводиться експертне встановлення сценарію чи сценаріїв пожежі, за яких очікуються найгірші наслідки для людей, які знаходяться в будівлі чи споруді.

Формулювання сценарію розвитку пожежі містить у собі наступні етапи:

- вибір місця знаходження первинного осередку пожежі та закономірностей її розвитку;
- завдання розрахункової області (вибір розглянутої при розрахунку системи приміщень, визначення елементів внутрішньої структури приміщень, що враховуються під час розрахунку, стану прорізів);
- завдання параметрів навколишнього середовища та початкових значень параметрів усередині приміщень.

Відповідно до розділу А.9 цього додатку формулюється математична модель розвитку пожежі та проводиться моделювання її динаміки розвитку.

На підставі результатів розрахунків здійснюється побудова полів небезпечних чинників пожежі та визначається час блокування шляхів евакуації НЧП $t_{\text{бл}}$.

Оцінювання наслідків впливу НЧП на людей для різних сценаріїв її розвитку

А.3.5 Оцінювання наслідків впливу небезпечних чинників пожежі на людей полягає у визначенні ймовірності евакуації людей із будівлі чи споруди під час пожежі.

Ймовірність евакуації людей визначається за формулою (А.5) на основі співставлення значень часу евакуації людей і часу блокування шляхів евакуації небезпечними чинниками пожежі.

Для визначення розрахункового часу евакуації людей t_p відповідно до розділів А.5-А.8 цього додатку визначається модель евакуації людей із будівлі чи споруди, проводиться побудова розрахункової схеми евакуації та здійснюється моделювання евакуації людей.

А.3.6 Відповідно до розділу А.2 цього додатку проводиться визначення розрахункового значення індивідуального пожежного ризику R_I та співставлення його з нормативним значенням індивідуального пожежного ризику R_I^H .

А.3.7 Наявність систем забезпечення пожежної безпеки будівлі чи споруди визначається відповідно до формули (А.6) і положень розділу А.4 цього додатку.

Блок-схема, що ілюструє порядок проведення розрахунку індивідуального пожежного ризику, наведена на рисунку А.1.

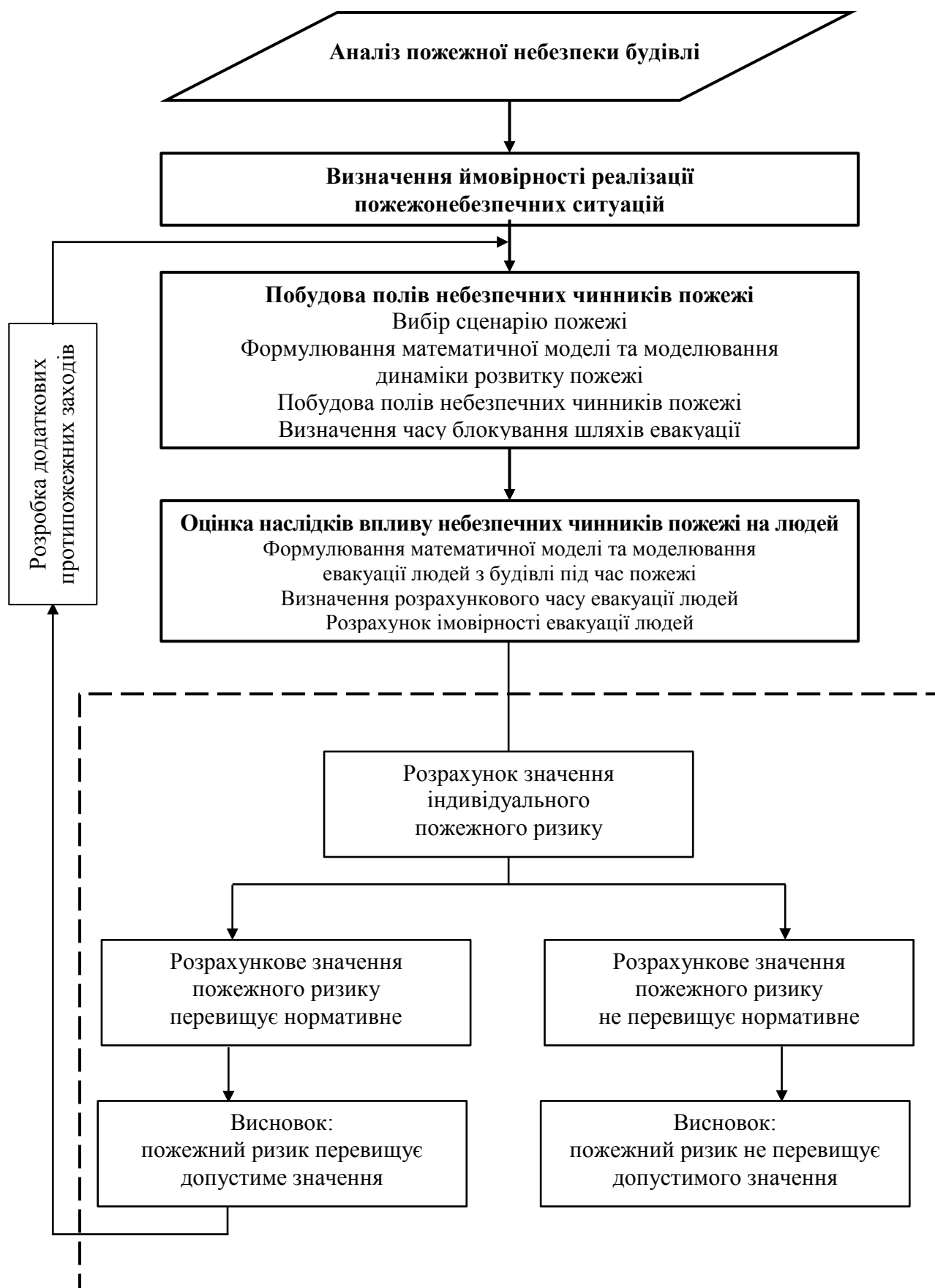


Рисунок А.1 – Порядок розрахунку індивідуального пожежного ризику

А.4 Розроблення додаткових протипожежних заходів за результатами розрахунку індивідуального пожежного ризику

А.4.1 У випадку, якщо розрахункове значення індивідуального пожежного ризику перевищує нормативне значення, в будівлі слід передбачити додаткові протипожежні заходи, направлені на зниження значення пожежного ризику, що не передбачені відповідними нормативними документами.

До протипожежних заходів, направлених на зниження значення пожежного ризику, відносяться:

- застосування додаткових об'ємно-планувальних рішень і засобів, що забезпечують обмеження поширення пожежі;
- улаштування додаткових евакуаційних шляхів і виходів;
- улаштування систем оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей 4-5 типів;
- організація поетапної евакуації людей із будівлі;
- застосування систем димо- та тепловидалення та підпору повітря;
- улаштування автоматичних систем пожежогасіння;
- обмеження кількості людей у будівлі до значень, що забезпечують безпеку їх евакуації з будівлі.

Ефективність додаткових протипожежних заходів повинна підтверджуватися повторним розрахунком значення індивідуального пожежного ризику.

А.4.2 Ефективність кожного з перерахованих вище протипожежних заходів визначається ступенем впливу на параметри t_p , $t_{бл}$, $t_{пе}$, а для систем пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей і димо- та тепловидалення та підпору повітря, які відповідають вимогам нормативних документів, у тому числі щодо дотримання вимог їх експлуатації, – також параметрами $K_{спс}$, $K_{со}$, $K_{сдт}$.

Значення параметра $K_{\text{спс},i}$ приймається рівним $K_{\text{спс},i}=0,8$, якщо виконується хоча б одна з наступних умов:

- будівля обладнана системою пожежної сигналізації, що відповідає вимогам нормативних документів з питань пожежної безпеки;
- обладнання будівлі системою пожежної сигналізації не потрібне відповідно до вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

В інших випадках $K_{\text{спс},i}$ приймається рівним нулю.

А.4.3 Додаткові об'ємно-планувальні рішення та засоби, що забезпечують обмеження поширення пожежі, передбачають:

- улаштування додаткових будівельних конструкцій з нормованими класами вогнестійкості;
- підвищення класів вогнестійкості існуючих будівельних конструкцій;
- застосування оздоблювальних будівельних матеріалів зі зниженою пожежною небезпекою.

Ступінь впливу даного додаткового протипожежного заходу на динаміку поширення пожежі та, відповідно, значення параметра $t_{\text{бл}}$ визначається шляхом проведення повторного розрахунку $t_{\text{бл}}$ після внесення відповідних змін до схеми об'ємно-планувальних рішень будівлі.

А.4.4 Під час застосування в якості додаткових протипожежних заходів збільшення кількості евакуаційних шляхів і виходів, змінювання їх розмірів та місця розташування слід виконати повторний розрахунок з оцінювання параметрів t_p , з урахуванням відкоригованих об'ємно-планувальних рішень.

А.4.5 Під час застосування в якості додаткового протипожежного заходу улаштування системи оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей з 1-3 типів на 4-5 типи, що не передбачено нормативними документами, слід виконати повторний розрахунок з оцінки параметра t_p з урахуванням перерозподілу потоків тих, що евакууюються, та змінювання схеми евакуації в залежності від сценаріїв виникнення та розвитку пожежі та, відповідно, алгоритму функціонування системи оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей.

Значення параметра $K_{co,i}$ приймається рівним $K_{co,i}=0,8$, якщо виконується хоча б одна з наступних умов:

- будівля обладнана системою оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей, що відповідає вимогам нормативних документів з питань пожежної безпеки;
- обладнання будівлі системою оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей не потрібне відповідно до вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

В інших випадках $K_{co,i}$ приймається рівним нулю.

А.4.6 Вплив системи димо- та тепловидалення та підпору повітря на рівень забезпеченості безпечної евакуації людей під час пожежі оцінюється за допомогою розрахунку значення t_{bl} з урахуванням технічних характеристик вентиляційного обладнання, що застосовується. Підбирання параметрів вентиляційного обладнання здійснюється відповідно до нормативних документів. При цьому для виконання розрахунків слід застосовувати зонну (зональну) чи польову моделі.

Значення параметра $K_{сдт,i}$ приймається рівним $K_{сдт,i}=0,8$, якщо виконується хоча б одна з наступних умов:

- будівля обладнана системою димо- та тепловидалення та підпору повітря, що відповідає вимогам нормативних документів з питань пожежної безпеки;
- обладнання будівлі системою димо- та тепловидалення та підпору повітря не потрібне відповідно до вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

В інших випадках $K_{сдт,i}$ приймається рівним нулю.

А.4.7 Обмеження кількості людей у будівлі до значень, що забезпечують безпеку їх евакуації з будівлі під час пожежі, визначається за допомогою повторного розрахунку значення параметра t_p при існуючих об'ємно-планувальних рішеннях і обмеженому значенні кількості тих, що евакууються під час пожежі.

А.4.8 Для одержання вихідних даних, необхідних для проведення розрахунків, передбачених цим додатком, слід використовувати довідкові джерела інформації та проектну документацію будівлі чи споруди.

А.5 Визначення розрахункового часу евакуації людей із приміщень будівель і споруд із застосуванням спрощеної аналітичної моделі руху людського потоку

Розрахунковий час евакуації людей t_p із приміщень і будівель встановлюється за розрахунком часу руху одного чи декількох людських потоків через евакуаційні виходи від найбільш віддалених місць розташування людей.

Під час розрахунку весь шлях руху людського потоку поділяється на ділянки (прохід, коридор, дверний проріз, сходовий марш, тамбур) довжиною l_i і шириною b_i . Початковими ділянками є проходи між робочими місцями, обладнанням, рядами крісел і т.п.

Під час визначення розрахункового часу евакуації людей довжину і ширину кожної ділянки шляху евакуації для будівель, які проектується, приймають по проекту, а для побудованих – по фактичному значенню. Довжину шляху по сходових маршах, а також по пандусах вимірюють по довжині маршу. Довжину шляху в дверному прорізі приймають рівній нулю. Проріз, розташований у стіні товщиною більше 0,7 м, а також тамбур слід вважати самостійними ділянками горизонтального шляху, що мають кінцеву довжину l_i .

Розрахунковий час евакуації людей t_p слід визначати як суму часу руху людського потоку по окремих ділянках шляху t_i за формулою:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots t_i, \quad (A.7)$$

де: t_1 – час руху людського потоку на першій (початковій) ділянці, що найбільш віддалена від евакуаційного виходу, хв;

$t_2, t_3, t_4, \dots t_i$ – час руху людського потоку на кожній із наступних після першої ділянки шляху, хв.

Не потрібно додавати розрахунковий час евакуації людей t_p у разі руху людського потоку в паралельних проходах, що потім виходять в один прохід.

Час руху людського потоку по першій ділянці шляху t_1 , хв, розраховують за формулою:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1}, \quad (\text{A.8})$$

де: l_1 – довжина першої ділянки шляху, м;

V_1 – швидкість руху людського потоку по горизонтальному шляху на першій ділянці, м/хв (визначається за таблицею А.1 у залежності від щільності D).

Щільність однорідного людського потоку на першій ділянці шляху D_1 розраховують за формулою:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot b_1}, \quad (\text{A.9})$$

де: N_1 – кількість людей на першій ділянці, люд.;

f – середня площа горизонтальної проекції людини, $\text{м}^2/\text{люд.}$, що приймається відповідно до підрозділу 8.4 цього додатку;

b_1 – ширина першої ділянки шляху, м.

Швидкість V_i руху людського потоку на ділянках шляху, наступних після першого, приймають за таблицею А.1 у залежності від інтенсивності руху людського потоку по кожній із цих ділянок шляху, яку обчислюють для всіх ділянок шляху, у тому числі і для дверних прорізів, за формулою:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i}, \quad (\text{A.10})$$

де: b_i, b_{i-1} – ширина розглянутої i -ї та попередньої їй ділянки шляху, м;

q_i, q_{i-1} – інтенсивності руху людського потоку по розглянутій i -й і попередній ділянках шляху, м/хв (інтенсивність руху людського потоку на першій ділянці шляху q_1 визначається за таблицею А.1 за значенням D_1 , визначеному за формулою (А.9)).

Таблиця А.1 – Інтенсивність і швидкість руху людського потоку на різних ділянках шляхів евакуації в залежності від щільності для групи мобільності М1

Щільність потоку D , $\text{м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальний шлях		Дверний проріз, інтенсивність q , $\text{м}/\text{хв}$	Сходи вниз		Сходи вверх	
	Швидкість V , $\text{м}/\text{хв}$	Інтенсивність q , $\text{м}/\text{хв}$		Швидкість V , $\text{м}/\text{хв}$	Інтенсивність q , $\text{м}/\text{хв}$	Швидкість V , $\text{м}/\text{хв}$	Інтенсивність q , $\text{м}/\text{хв}$
0,01	100	1,0	1,0	100	1,0	60	0,6
0,05	100	5,0	5,0	100	5,0	60	3,0
0,10	80	8,0	8,7	95	9,5	53	5,3
0,20	60	12,0	13,4	68	13,6	40	8,0
0,30	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,40	40	16,0	18,4	40	16,0	26	10,4
0,50	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11,0
0,60	28	16,3	19,05	24,5	14,1	18,5	10,75
0,70	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,80	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,90 і більш	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Примітка: інтенсивність руху в дверному прорізі при щільності потоку 0,9 і більше, рівна 8,5 $\text{м}/\text{хв}$, встановлена для дверного прорізу шириною 1,6 м і більше, а при дверному прорізі меншої ширини b інтенсивність руху слід визначати за формулою $q=2,5+3,75 \cdot b$.

Якщо значення q_i , визначене за формулою (А.10), менше чи дорівнює q_{\max} , то час руху по ділянці шляху t_i , хв , дорівнює:

$$t_i = \frac{l_i}{V_i}, \quad (\text{А.11})$$

при цьому значення q_{\max} , $\text{м}/\text{хв}$ слід приймати рівними:

$q_{\max}=16,5$ – для горизонтальних шляхів;

$q_{\max}=19,6$ – для дверних прорізів;

$q_{\max}=16,0$ – для сходів униз;

$q_{\max}=11,0$ – для сходів уверх.

Якщо значення q_i , визначене за формулою (А.10), більше q_{\max} , то ширину b_i даної ділянки шляху слід збільшувати на таке значення, за якого дотримується умова:

$$q_i \leq q_{\max}. \quad (\text{А.12})$$

За неможливості виконання умови (А.12) інтенсивність і швидкість руху людського потоку по ділянці i визначають за таблицею А.1 за значення $D=0,9$ і більше. При цьому слід враховувати час затримки руху людей через їх скупчення, відповідно до підрозділу А.8.5 цього додатку.

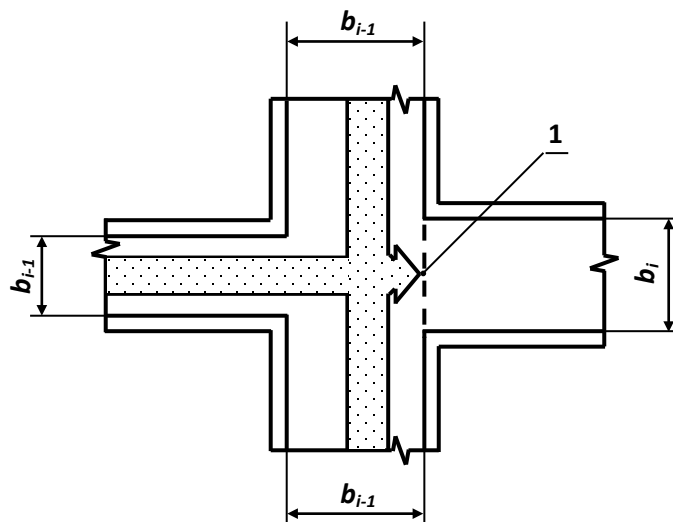
За злиття на початку i -ї ділянки двох і більше людських потоків (рис. А.2) інтенсивність руху q_i , м/хв, розраховують за формулою:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i}, \quad (\text{А.13})$$

де: q_{i-1} – інтенсивність руху людських потоків, що зливаються на початку i -ї ділянки, м/хв;

b_{i-1} – ширина ділянок шляху злиття, м;

b_i – ширина розглянутої ділянки шляху, м.



Умовні позначки:

1 – початок ділянки i

Рисунок А.2 – Злиття людських потоків

Якщо значення q_i , визначене за формулою (А.13), більше q_{max} , то ширину b_i даної ділянки шляху слід збільшувати на таке значення, щоб дотримувалася умова (А.12). За неможливості виконання умови (А.12) інтенсивність і швидкість руху людського потоку по ділянці i визначають за таблицею А.1 за значення $D=0,9$ і більше. При цьому слід враховувати час затримки руху людей через їх скупчення, що утворилося, відповідно до розділу А.8 цього додатку.

А.6 Визначення розрахункового часу евакуації людей із приміщень будівель і споруд із застосуванням математичної моделі індивідуально-потокowego руху людей із будівлі чи споруди

Розрахунковий час евакуації людей із будівлі встановлюється за часом виходу з неї останньої людини.

Перед початком моделювання процесу евакуації задається схема евакуаційних шляхів у будівлі. Всі евакуаційні шляхи поділяються на евакуаційні ділянки довжиною a та шириною b . Довжина та ширина кожної ділянки шляху евакуації для будівель, які проектується, приймаються за проектом, а для побудованих – за фактичним значенням. Довжина шляху по сходовим маршам вимірюється за довжиною марша. Довжина шляху в дверному прорізі приймається рівній нулю. Евакуаційні ділянки можуть бути горизонтальні та похилі (сходи вниз, сходи вгору і пандус).

За габарити людини в плані приймається еліпс із розмірами осей 0,5 м (ширина людини в плечах) і 0,25 м (товщина людини). Задаються координати кожної людини x_i – відстань від центра еліпса до кінця евакуаційної ділянки, на якій вона знаходиться (рис. А.3).

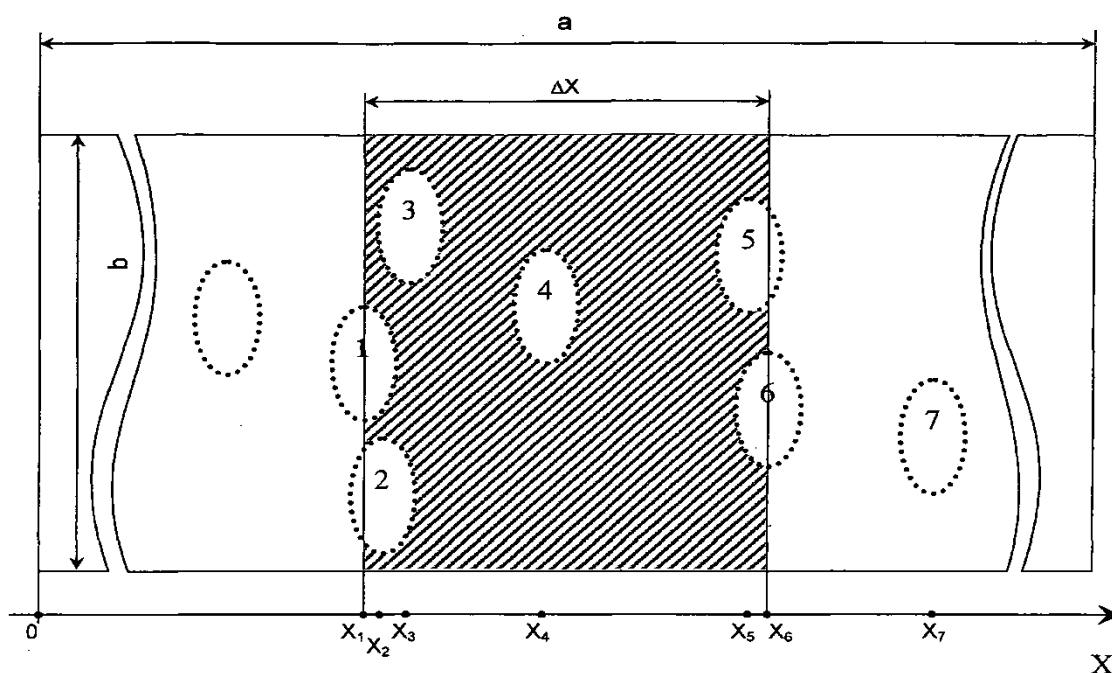


Рисунок А.3 – Координатна схема розміщення людей на шляхах евакуації

Координати кожної людини x_i у початковий момент часу задаються відповідно до схеми розміщення людей у приміщеннях (робочі місця, місця для глядачів, спальні місця і т.п.). У випадку відсутності таких даних, наприклад для магазинів, виставкових залів тощо, допускається розміщувати людей рівномірно по всій площі приміщення з урахуванням розміщення технологічного обладнання.

Координата кожної людини в момент часу t визначається за формулою:

$$x_i(t) = x_i(t - \Delta t) - V_i(t) \cdot \Delta t \quad \text{м}, \quad (\text{A.14})$$

де: $x_i(t - \Delta t)$ – координата i -ї людини в попередній момент часу, м;

$V_i(t)$ – швидкість i -ї людини в момент часу t , м/с;

Δt – проміжок часу, с.

Швидкість i -ї людини $V_i(t)$ у момент часу t визначається за таблицею А.1 розділу 5 цього додатку в залежності від локальної щільності потоку, у якій вона рухається, $D_i(t)$ і типу евакуаційної ділянки.

Локальна щільність $D_i(t)$ обчислюється по групі, що складається з n людей, за формулою:

$$D_i(t) = (n(t) - 1) \cdot \frac{f}{(b - \Delta x)} \quad \text{м}^2/\text{м}^2, \quad (\text{A.15})$$

де: n – кількість людей у групі, люд.;

f – середня площа горизонтальної проекції людини, м^2 ;

b – ширина евакуаційної ділянки, м;

Δx – різниця координат останньої та першої людини в групі, м.

Якщо в момент часу t координата людини $x_i(t)$, визначена за формулою (A.14), стане від'ємною – це означає, що людина досягла границі поточної евакуаційної ділянки та повинна перейти на наступну евакуаційну ділянку.

У цьому випадку координата цієї людини на наступній евакуаційній ділянці визначається за формулою:

$$x_i(t) = [x_i(t - dt) - V_i(t) \cdot dt] + a_j - l_j \quad \text{м}, \quad (\text{A.16})$$

де: $x_i(t - dt)$ – координата i -ї людини в попередній момент часу на $(j-1)$ евакуаційній ділянці, м;

$V_i(t)$ – швидкість i -ї людини на $(j-1)$ евакуаційній ділянці в момент часу t , м/с;

a_j – довжина j -ї евакуаційної ділянки, м;

l_j – координата місця злиття j -ї та $(j-1)$ евакуаційних ділянок – відстань від початку j -ї евакуаційної ділянки до місця злиття її з $(j-1)$ евакуаційною ділянкою, м.

Кількість людей, що переходить з однієї евакуаційної ділянки на іншу в одиницю часу, визначається пропускнуою здатністю виходу з ділянки $Q_j(t)$ за формулою:

$$Q_j(t) = q_j(t) \cdot c_j \cdot \frac{d(t)}{f \cdot 60} \quad \text{люд.}, \quad (\text{A.17})$$

де: $q_j(t)$ – інтенсивність руху на виході з j -ї евакуаційної ділянки в момент часу t , м/хв;

c_j – ширина виходу з j -ї евакуаційної ділянки, м;

dt – проміжок часу, с;

f – середня площа горизонтальної проекції людини, м^2 .

Інтенсивність руху на виході з j -ї евакуаційної ділянки $q_j(t)$ у момент часу t визначається в залежності від щільності людського потоку на цій ділянці $Dv_j(t)$.

Щільність людського потоку на j -й евакуаційній ділянці $Dv_j(t)$ у момент часу t визначається за формулою:

$$Dv_j(t) = \frac{(N_j \cdot f \cdot dt)}{(a_j \cdot b_j)} \quad \text{м}^2/\text{м}^2, \quad (\text{A.18})$$

де: N_j – кількість людей на j -й евакуаційній ділянці, люд.;

f – середня площа горизонтальної проекції людини, м^2 ;

a_j – довжина j -ї евакуаційної ділянки, м;

b_j – ширина j -ї евакуаційної ділянки, м;

dt – проміжок часу, с.

У момент часу t визначається кількість людей m із від'ємними координатами $x_i(t)$, визначеними за формулою (А.14). Якщо значення $m \leq Q_j(t)$, то

всі m людей переходять на наступну евакуаційну ділянку та їхні координати визначаються за формулою (А.16). Якщо значення $m > Q_j(t)$, то кількість людей рівна значенню $Q_j(t)$ переходить на наступну евакуаційну ділянку та їхні координати визначаються за формулою (А.16), а кількість людей, рівна значенню $(m - Q_j(t))$, не переходить на наступну евакуаційну ділянку (залишаються на даній евакуаційній ділянці) та їх координатам присвоюються значення: $x_i(t) = k \cdot 0,25 + 0,25$, де k – номер ряду, в якому будуть знаходитися люди (максимально можлива кількість людей в одному ряді збоку один від одного для кожної евакуаційної ділянки визначається перед початком розрахунків). Таким чином, виникає скупчення людей перед виходом з евакуаційної ділянки.

На рисунку А.4 зображено блок-схему визначення розрахункового часу евакуації людей із будівлі чи споруди.

На підставі заданих початкових умов (початкових координат людей, параметрів евакуаційних ділянок) визначаються щільності людських потоків на шляхах евакуації та пропускні здатності виходів з евакуаційних ділянок. Далі, у момент часу $t = t + dt$, визначається наявність НЧП на шляхах евакуації. У залежності від цього вибирається напрямок руху кожної людини й обчислюється нова координата кожної людини. Після цього знову визначаються щільності людських потоків на шляхах евакуації та пропускні спроможності виходів. Потім знову задається приріст за часом dt і визначаються нові координати людей з урахуванням наявності НЧП на шляхах евакуації в цей момент часу. Після цього процес повторюється. Розрахунки проводяться до тих пір, поки всі люди не будуть евакуйовані з будівлі чи споруди.



Рисунок А.4 – Блок-схема визначення розрахункового часу евакуації людей із будівлі (моделювання процесу евакуації)

А.7 Визначення розрахункового часу евакуації людей із приміщень будівель і споруд із застосуванням імітаційно-стохастичної моделі руху людських потоків

Кількість людей, що одночасно йдуть в одному напрямку по загальним ділянкам шляху, утворюють людський потік. Ділянками формування людських потоків у приміщеннях слід приймати проходи між обладнанням. Для наступних ділянок евакуаційних шляхів вони є первинними витоками людських потоків. Розподіл N_i людей на ділянках формування, що мають ширину b_i і довжину l_i , приймається рівномірним. Тому в початковий момент t_0 на кожній елементарній ділянці Δl_i , займаній потоком, щільність потоку $D_i^{t_0}$ визначається за формулою:

$$D_i^{t_0} = \frac{N_i^{t_0}}{b_i \cdot l_i} \quad \text{люд./м}^2 \quad (\text{A.19})$$

При подальшому русі людських потоків із первинних витоків по загальним ділянкам шляху відбувається їх злиття. Утворюється загальний потік, частини якого мають різну щільність. Відбувається вирівнювання щільностей різних частин людського потоку – його переформування. Слід враховувати, що його головна частина, що має перед собою вільний шлях, розтікається – люди прагнуть йти вільно за щільності D_0 . За інтервал часу Δt частина людей переходить з цих елементарних ділянок на наступні та відбувається зміна стану людського потоку, його рух.

Швидкість руху людського потоку при щільності D_i на i -му відрізку ділянки шляху k -го виду слід вважати випадковою величиною $V_{D,k}$, що має числові характеристики:

математичне очікування (середнє значення):

$$V_{D,k} = V_{0,k} \cdot \left(\frac{1 - a_k \cdot \ln \cdot D_i}{D_{0,k}} \right) \cdot m \quad \text{при } D_i > D_{0,k}, \quad (\text{A.20})$$

$$V_{D,k} = V_{0,k} \quad \text{при } D_i \leq D_{0,k};$$

середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma(V_{D,k}) = \sigma(V_{0,k}) \cdot \left(\frac{1 - a_k \cdot \ln \cdot D_i}{D_{0,k}} \right), \quad (\text{A.21})$$

де: $V_{0,k}$ і $\sigma(V_{0,k})$ – математичне очікування швидкості вільного руху людей у потоці (при $D_i \leq D_{0,k}$) та її середнє квадратичне відхилення, м/хв;

$D_{0,k}$ – граничне значення щільності людського потоку, до досягнення якого можливий вільний рух людей по k -му виду шляху (щільність не впливає на швидкість руху людей);

a_k – коефіцієнт адаптації людей до змін щільності потоку під час руху по k -му виду шляху;

D_i – значення щільності людського потоку на i -му відрізьку (Δl) ділянки шляху шириною b_i , люд./м²;

m – коефіцієнт впливу прорізу.

Значення перерахованих параметрів слід приймати за таблицею А.2.

Таблиця А.2 – Значення параметрів для визначення швидкості руху людського потоку в залежності від виду шляху

Вид шляху, k	$V_{0,k}$, м/хв	$\sigma(V_{0,k})$, м/хв	$D_{0,k}$, люд./м ²	a_k	m
Горизонтальний у будівлі	100	5	0,51	0,295	1
Горизонтальний поза будівлею	100	5	0,70	0,407	1
Проріз*	100	5	0,65	0,295	$1,25 - 0,05 \cdot D$, при $D \geq 5$
Сходи вниз	80	5	0,89	0,400	1
Сходи вверх	50	5	0,67	0,305	1

***Примітка.** При $D=9$ люд./м² значення $q_i = V_i \cdot D_{0,k}$ визначаються за формулою: $q_i = 10 \cdot (2,5 + 3,75 \cdot b_i)$, м/хв.

При будь-якому можливому значенні V^{t_0} люди в кількості $N_i^{t_0}$, що знаходяться в момент t_0 на i -й елементарній ділянці, рухаються по ній та починають переходити на наступну ділянку ($i+1$) (рис. А.5). На ділянку i у свою

чергу переходить частина людей із попередньої ($i-1$) елементарної ділянки та з витоку j .

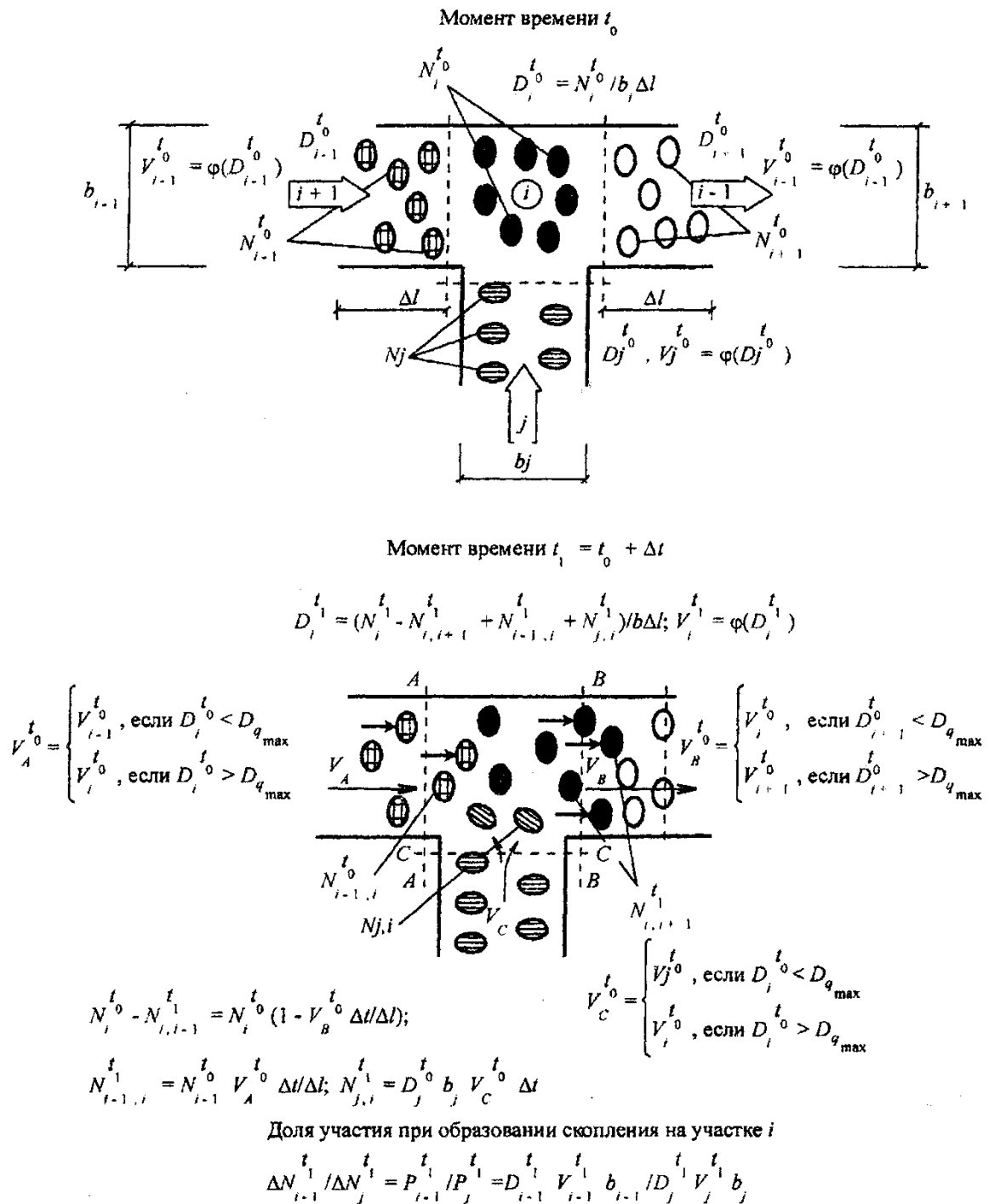


Рисунок А.5 – Змінення стану потоку в послідовні моменти часу

Через час, що минув, Δt до моменту $t=t_0+\Delta t$ тільки частина людей $N_{i,i+1}^{t_0}$ із ділянки i встигне перейти на ділянку $(i+1)$. До цього моменту часу з $N_i^{t_0}$ людей,

що були на ділянці i у момент t_0 , залишиться $(N_i^{t_0} - N_{i,i+1}^{t_0})$ людей. Їх кількість поповнюється за рахунок людей, що встигли за цей інтервал часу перейти на неї з попереднього ділянки – $N_{i-1,i}^{t_0}$ та з витоку $N_{j,i}^{t_0}$. Тоді щільність потоку на ділянці i у момент t_1 буде дорівнювати:

$$D_i^{t_1} = \frac{(N_i^{t_0} + N_{i,i+1}^{t_0} + N_{i-1,i}^{t_0} + N_{j,i}^{t_0})}{b_i \cdot \Delta l} \text{ люд./м}^2 \quad (\text{A.22})$$

Швидкість руху людей, які опинилися на ділянці i у момент t_1 , визначається за формулою:

$$V_i^{t_1} = V_{0,k} \cdot \left(\frac{1 - a_k \cdot \ln \cdot D_i^t}{D_{0,k}} \right) \text{ м/хв} \quad (\text{A.23})$$

Слід враховувати, що змінення щільності потоку на кожній ділянці в різні моменти часу відображає процес переформування різних частин потоку, та як окремий випадок, процес розтікання потоку.

Змінення щільності потоку на кожній з елементарних ділянок у послідовні моменти часу залежить від кількості людей, яка переходить через границі ділянок. У загальному випадку кількість людей, яка переходить за інтервал часу Δt з ділянки i на наступну ділянку $i+1$, складає:

$$N_{i,i+1}^{t_1} = D_i^{t_0} \cdot b_i \cdot V_{\text{пер}} \cdot \Delta t \text{ люд.} \quad (\text{A.24})$$

Швидкість переходу $V_{\text{пер}}$ через границі суміжних елементарних ділянок слід приймати, керуючись наступними формулами:

$$V_{\text{пер}} = \begin{cases} V_i^{t_0}, & \text{якщо } D_{i+1}^{t_0} \leq D \text{ при } V_{Di,k} \cdot D = q_{\text{max}} \\ V_{i+1}^{t_0}, & \text{якщо } D_{i+1}^{t_0} > D \text{ при } V_{Di,k} \cdot D = q_{\text{max}} \end{cases} \quad (\text{A.25})$$

Слід ураховувати, що в той момент часу t_n , коли щільність потоку на ділянці i досягла максимальної величини, на цю ділянку не може прийти жодна людина, ані з попередньої ділянки, ані з витоку. У результаті перед ділянкою i затримується відповідно $\Delta N_{i-1}^{t_n}$ та $\Delta N_{j,i}^{t_n}$ людей. У наступний момент часу t_{n+1} частина людей із ділянки i переходить на ділянку $i+1$, щільність людського потоку на ній зменшиться та частина людей, яка скупчилася перед її границею,

зможє перейти на неї. Частка їх участі в поповненні людьми ділянки i у момент t_{n+1} визначається за формулою:

$$\frac{\Delta N_{i-1}^{t_n, t_{n+1}}}{\Delta N_i^{t_n, t_{n+1}}} = \frac{D_{i-1}^{t_n, t_{n+1}} \cdot V_{i-1}^{t_n, t_{n+1}} \cdot b_{i-1}}{D_j^{t_n, t_{n+1}} \cdot V_j^{t_n, t_{n+1}} \cdot b_j} \quad (\text{A.26})$$

Формули (A.22)÷(A.26) повністю описують стан людського потоку на елементарних ділянках та їх переходи в послідовні моменти часу. Сукупність значень розрахункового часу евакуації, отриманих за різних значеннях $V_{0,k}$, формує емпіричний розподіл ймовірностей значень Σ_{tp} . По цьому розподілу слід розраховувати значення часу завершення евакуації, що відповідає ймовірності $P_e=0,999$.

А.8 Вибір даних для визначення розрахункового часу евакуації

А.8.1 Значення часу початку евакуації $t_{ne}(c)$ для приміщення осередку пожежі слід визначати за формулою:

$$t_{ne} = 5 + 0,01 \cdot F, \quad (\text{A.27})$$

де: F – площа приміщення, м^2 .

Для решти приміщень значення часу початку евакуації t_{ne} слід визначати за таблицею А.3.

Таблиця А.3 – Значення часу початку евакуації для об'єктів громадського призначення

№ з/п	Групи будинків, споруд і приміщень громадського призначення та характеристика контингенту людей	Значення часу початку евакуації людей t_{ne} , с.		
		Будівлі, обладнані системою оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей		Будівлі, не обладнані системою оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей
		I-III типів	IV –V типу	–
1	Будівлі дошкільних навчальних закладів, навчальних закладів, лікувальних закладів. Особи, які перебувають у будівлі можуть знаходитися в стані сну, бути обмеженими у пересуванні та не достатньо знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	120	540

2	Готелі, гуртожитки, спальні корпуси санаторіїв і будинків відпочинку спільного типу, кемпінги, мотелі і пансіонати. Мешканці можуть знаходитися в стані сну і не достатньо знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	120	360
3	Будівлі видовищних і культурно-освітніх установ; будівлі організацій по обслуговуванню населення. Відвідувачі знаходяться в безсонному стані, але можуть бути не знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	60	360
4	Будівлі наукових та освітніх установ, наукових і проектних організацій, органів управління установ. Відвідувачі знаходяться в безсонному стані та добре знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	90	360

А.8.2 Принципи складання розрахункової схеми евакуації.

Розрахункова схема евакуації є окремо виконаною або нанесеною на план будівлі схемою, на якій відображено:

- кількість людей на початкових ділянках – витоках (проходи між робочими місцями, обладнанням, рядами крісел і т.п.);
- напрямок їх руху (маршрути);
- геометричні параметри ділянок шляху (довжина, ширина) та види ділянок шляху.

Розрахункова схема евакуації повинна враховувати ситуацію, за якої хоча б одна людина знаходиться в найбільш віддаленій від виходу з будівлі, споруди чи приміщення точці.

У розрахунковій схемі враховуються тільки ті шляхи руху людей, що відповідають вимогам, які встановлені до шляхів евакуації.

У приміщеннях (наприклад, глядацька зала кінотеатру, театру) кількість розрахункових схем має дорівнювати кількості задіяних в розрахунках евакуаційних виходів. Для розрахунку часу евакуації приймається найгірший результат розрахункової схеми.

Розглянувши кількість людей на початкових ділянках шляху, слід визначити напрямок їх руху. Встановлено такі правила вибирання людьми напрямку (маршруту) руху під час евакуації:

- а) рух по тому шляху, яким люди потрапили в будівлю;
- б) виключення шляхів руху, що проходять поруч із зоною горіння, хоча люди можуть евакуйовуватися через задимлені коридори;
- в) вплив персоналу. В громадських будівлях, як правило, відвідувачі під час пожежі слідуєть указівкам персоналу, навіть якщо ці вказівки не відповідають оптимальним;
- г) при евакуації з першого поверху – рух до відкритого виходу назовні з будівлі;
- д) складна логістична залежність, що описує вибір виходу з поверху глядацької зали (рис. А.10);
- е) за інших рівних умов – рух до найближчого виходу.

Крім того, наявні дані показують, що фактором вибору напрямку може бути місце паркування особистого автомобіля, місце зустрічі членів родини і т.п. Визначення ширини шляху викликає ускладнення тільки під час виходу людей на ділянку “необмеженої” ширини, наприклад у вестибуль. У такому випадку ширина потоку (b) залежить від кількості людей (N) і довжини (l) ділянки: $b=4$ м при $N<100$ люд. та $l\leq 6$ м; $b=6$ м – в інших випадках.

За даними натурних спостережень встановлено, що повороти шляху не впливають на параметри руху людського потоку.

Визначення довжини (вздовж осі шляху) відрізняється для горизонтальних і похилих шляхів. До похилих шляхів відносяться сходи та пандуси. Вільна ширина b похилого шляху, наприклад, сходового маршу, приймається у світлу пору доби: від перил до стіни. Довжина похилого шляху L (рис. А.6) приймається по його дійсному значенню. Поверхові та міжповерхові площадки з метою спрощення та полегшення обчислень, з огляду на їх невеликі розміри та меншу складність руху по них у порівнянні зі сходовими маршами, допускається віднести до похилих

шляхів. Тоді середня довжина похилого шляху в межах одного поверху, з урахуванням руху по площадках, складе:

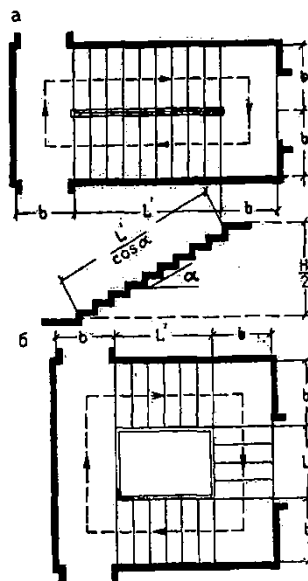
для двомаршових сходів:
$$L = \frac{L'}{\cos \alpha},$$

де: L' – горизонтальна проекція довжини похилого шляху, м;

α – кут нахилу до горизонту;

не допускаючи серйозної похибки, довжину шляху по двомаршовим сходам можна приймати рівній його потроєній висоті H , тобто $L=3 \cdot H$;

для тримаршових сходів:
$$L = \frac{2L'}{\cos \alpha} + \frac{L''}{\cos \alpha} + L'' + 4 \cdot b.$$



Умовні позначки:

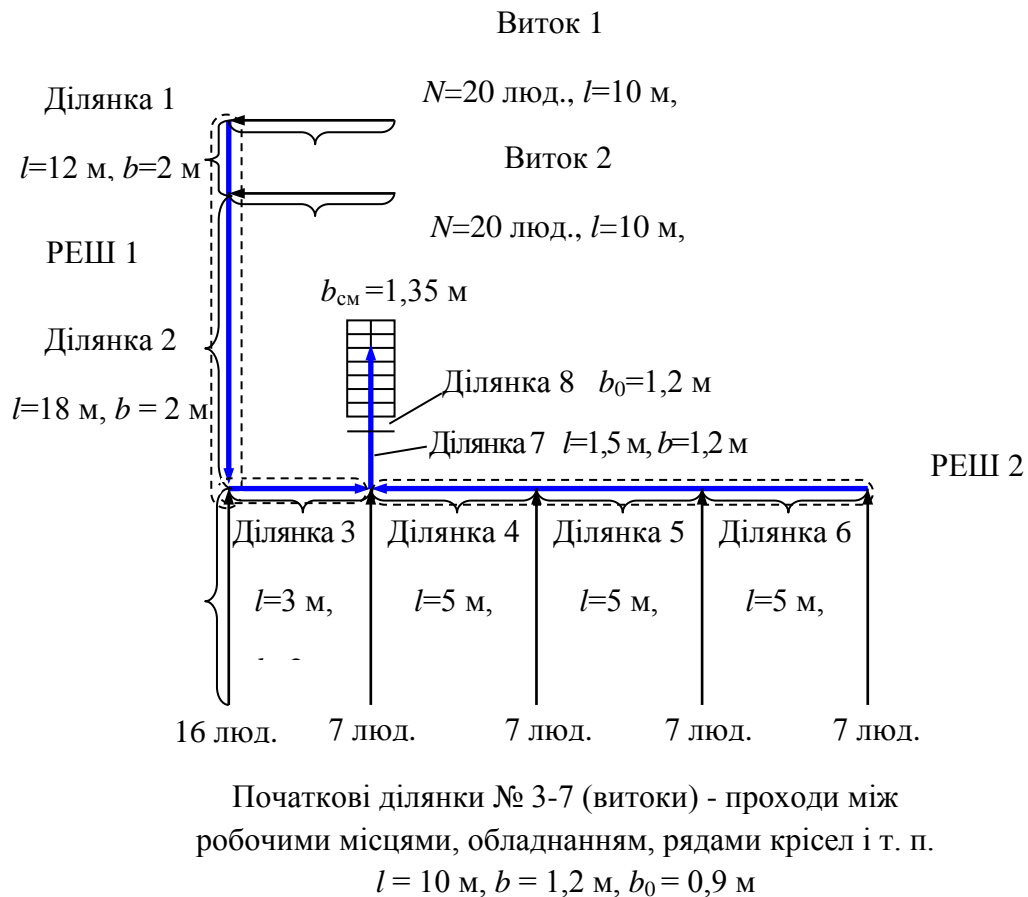
а – двомаршові сходи; б – тримаршові сходи

Рисунок А.6 – Розрахункова довжина шляху по сходам

Пандуси, якщо їх нахил незначний (менше 1:8), можна відносити до горизонтальних шляхів, при більш значних нахилах – до сходів. Довжина похилого шляху також визначається по його осі.

Шляхи руху людей і виходи висотою меншою за 1,9 м і шириною меншою за 0,7 м під час складання розрахункової схеми евакуації не враховуються, за винятком випадків, встановлених у нормативних документах з питань пожежної безпеки.

Сходові клітини є центрами скупчення людських потоків (для першого поверху – виходи назовні), на вході до яких закінчується другий етап евакуації. Тому розрахункові схеми доцільно складати для кожної частини поверху, по якій люди евакуюються через передбачену для них сходову клітину (вихід назовні). На рисунку А.7 наведено приклад складання розрахункової схеми евакуації людей по частині поверху до входу в сходову клітину.



Умовні позначки:

N – кількість людей; b – ширина; l – довжина; b_0 – ширина прорізу

Рисунок А.7 – Приклад складання розрахункової схеми евакуації людей по ділянці поверху до входу в сходову клітину

У глядацьких залах із постійними місцями для відвідувачів розподіл людей по напрямках руху до евакуаційних виходів показано на рисунках А.8 і А.9.

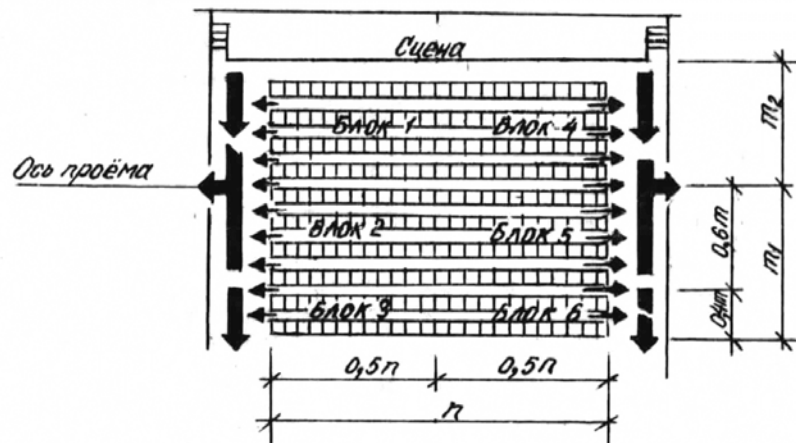


Рисунок А.8 – Маршрути руху людських потоків при евакуації
з глядацьких залів з боковими (повздовжніми) проходами

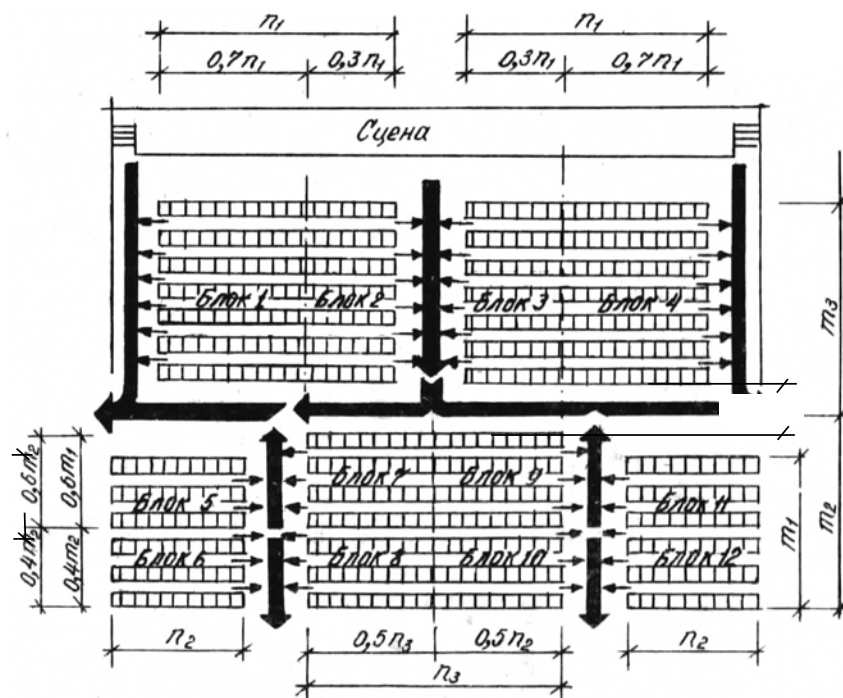
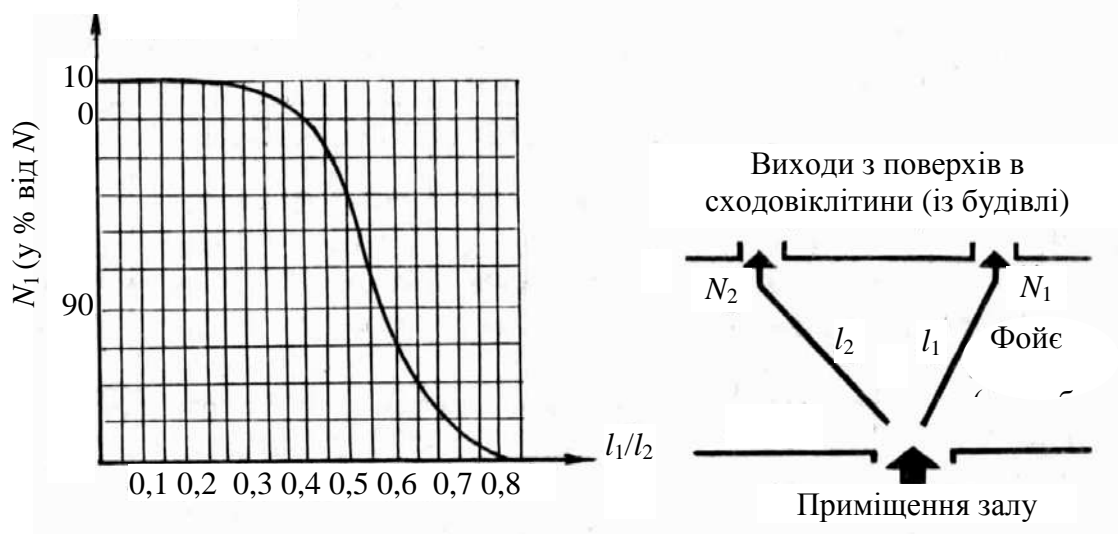


Рисунок А.9 – Маршрути руху людських потоків при евакуації
з глядацьких залів з поперечним проходом

Якщо надалі люди виходять у фойє або вестибюль, тобто через приміщення що не обмежують, як коридор, ширини людського потоку, той розподіл людських

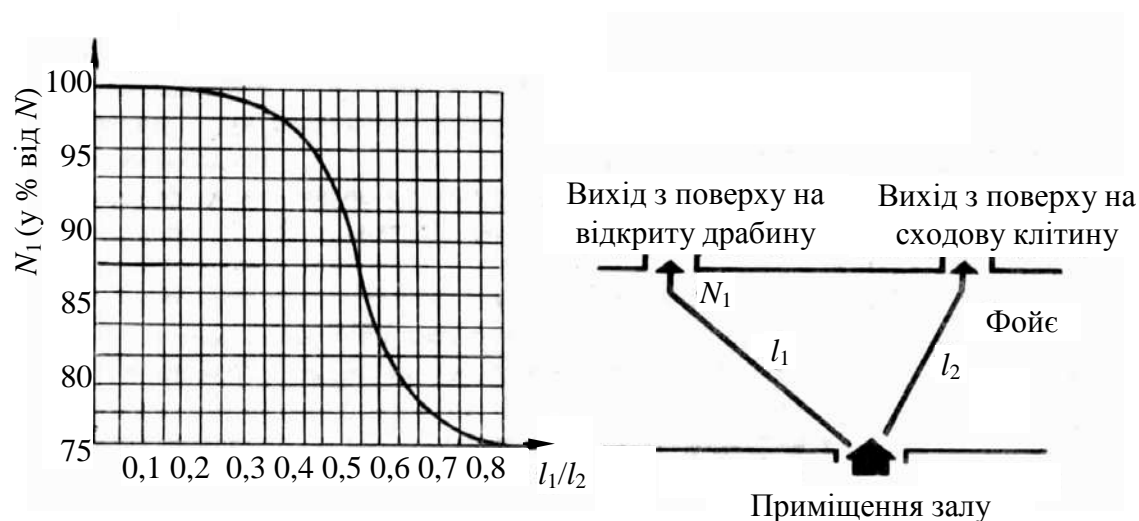
потоків між можливими евакуаційними виходами, коли вони не блоковані, відбувається згідно з закономірностями, приведеним на рисунку А.10 (а, б).



Умовні позначки:

- N – загальна кількість людей, що евакуюються;
- N_1 – кількість людей, що евакуюються через ближчий вихід;
- N_2 – кількість людей, що евакуюються через дальній вихід;
- l_1 – довжина шляху до ближчого виходу;
- l_2 – довжина шляху до дальнього виходу

Рисунок А.10 (а) – Кількість глядачів і вибір виходу при евакуації в дві сходові клітини або в дві відкриті драбини чи в два виходи з будівлі



Умовні позначки:

- N – загальна кількість людей, що евакуюються;
- N_1 – кількість людей, що евакуюються по відкритій драбині;
- l_1 – довжина шляху до відкритої драбини;
- l_2 – довжина шляху до виходу на сходову клітину

Рисунок А.10 (б) – Кількість глядачів, що евакуюються по відкритій драбині

А.8.3 При однорідному складі людського потоку груп мобільності М2, М3 і М4 значення величин D , V , q слід приймати відповідно до даних таблиці А.4.

Таблиця А.4 – Розрахункові значення параметрів для груп мобільності М2-М4

Група мобільності	Вид шляху										
	D , м ² /м ²	Горизонтальний		Сходи вниз		Сходи вверх		Пандус вниз		Пандус вверх	
		V , м/хв	q , м ² /м·хв	V , м/хв	q , м ² /м·хв	V , м/хв	q , м ² /м·хв	V , м/хв	q , м ² /м·хв	V , м/хв	q , м ² /м·хв
М2	0,01	30,00	0,30	30,00	0,30	20,00	0,20	45,00	0,45	25,00	0,25
	0,05	30,00	1,50	30,00	1,50	20,00	1,00	45,00	2,25	25,00	1,25
	0,1	30,00	3,00	30,00	3,00	20,00	2,00	45,00	4,50	25,00	2,50
	0,2	26,05	5,21	26,22	5,24	16,78	3,36	41,91	8,38	21,98	4,40
	0,3	21,97	6,59	22,01	6,60	13,96	4,19	33,92	10,18	18,09	5,43
	0,4	19,08	7,63	19,03	7,61	11,96	4,78	28,25	11,30	15,32	6,13
	0,5	16,84	8,42	16,71	8,36	10,41	5,20	23,85	11,93	13,18	6,59
	0,6	15,01	9,01	14,82	8,89	9,14	5,48	20,26	12,16	11,43	6,86
	0,7	13,46	9,42	13,22	9,25	8,07	5,65	17,22	12,05	9,95	6,97
	0,8	12,12	9,69	11,83	9,47	7,14	5,71	14,59	11,67	8,67	6,94
	0,9	10,93	9,84	10,61	9,55	6,32	5,68	12,27	11,04	7,54	6,79
М3	0,01	70,00	0,70	20,00	0,20	25,00	0,25	105,00	1,05	55,00	0,55
	0,05	70,00	3,50	20,00	1,00	25,00	1,25	105,00	5,25	55,00	2,75
	0,1	70,00	7,00	20,00	2,00	25,00	2,50	105,00	10,50	55,00	5,50
	0,2	53,50	10,70	20,00	4,00	20,57	4,11	83,41	16,68	45,54	9,11
	0,3	43,57	13,07	16,67	5,00	17,05	5,12	65,70	19,71	35,59	10,68
	0,4	36,52	14,61	14,06	5,62	14,56	5,82	53,13	21,25	28,54	11,41
	0,5	31,05	15,53	12,04	6,02	12,62	6,31	43,39	21,69	23,06	11,53
	0,6	26,59	15,95	10,38	6,23	11,04	6,62	35,42	21,25	18,59	11,15
М3	0,7	22,81	15,97	8,98	6,29	9,70	6,79	28,69	20,08	14,81	10,37
	0,8	19,54	15,63	7,77	6,21	8,54	6,83	22,86	18,28	11,53	9,23
М3	0,9	16,65	14,99	6,70	6,03	7,52	6,77	17,71	15,94	8,64	7,78
М4	0,01	60,00	0,60	–	–	–	–	115,00	1,15	40,00	0,40
	0,05	60,00	3,00	–	–	–	–	115,00	5,75	40,00	2,00
	0,1	60,00	6,00	–	–	–	–	115,00	11,50	40,00	4,00
	0,2	50,57	10,11	–	–	–	–	99,65	19,93	35,17	7,03
	0,3	40,84	12,25	–	–	–	–	79,88	23,97	28,36	8,51
	0,4	33,93	13,57	–	–	–	–	65,86	26,34	23,52	9,41
	0,5	28,58	14,29	–	–	–	–	54,98	27,49	19,77	9,89
	0,6	24,20	14,52	–	–	–	–	46,09	27,65	16,71	10,03
	0,7	20,50	14,35	–	–	–	–	38,57	27,00	14,12	9,88
	0,8	17,30	13,84	–	–	–	–	32,06	25,65	11,88	9,50
	0,9	14,47	13,02	–	–	–	–	26,32	23,68	9,90	8,91

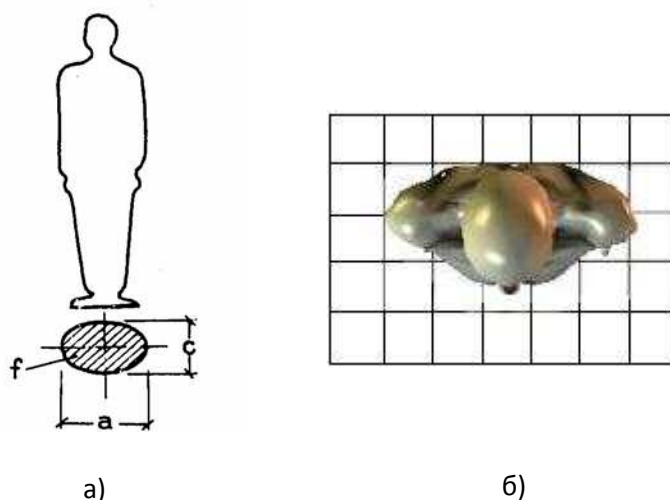
Примітка. Групи мобільності – згідно з ДБН В.2.2-17:

М2 – немічні люди, мобільність яких знижена через старіння організму; інваліди на протезах; інваліди з вадами зору, що користуються білою тростиною; люди з психічними відхиленнями;

М3 – інваліди, що використовують при русі додаткові опори (милиці, ціпки);

М4 – інваліди, що пересуваються на кріслах-колясках, які приводяться в рух вручну.

А.8.4 Площа горизонтальної проекції людини f , м²/ос. приймається залежно від складу людей в потоці відповідно до даних, приведених нижче.



Умовні позначки:
а) розрахункова; б) дійсна

Рисунок А.11 – Площа горизонтальної проекції людини:

Розміри людей змінюються в залежності від фізичних даних, віку та одягу. У таблицях А.5, А.6, А.7 та на рисунку А.12 наведено усереднені розміри людей різного віку, в різному одязі та з різним вантажем. При цьому приведені значення площі горизонтальної проекції інвалідів з порушенням опорно-рухового апарату.

Таблиця А.5 – Площі горизонтальної проекції дорослих людей

Тип одягу	Ширина a , м	Товщина c , м	Площа горизонтальної проекції, м ² /ос.
літня (в приміщенні)	0,46	0,28	0,100
весняно-осіння	0,48	0,30	0,113
зимова	0,50	0,32	0,125

Таблиця А.6 – Площі горизонтальної проекції дітей і підлітків

Тип одягу	Вікові групи		
	Молодша до 9 років	Середня 10 – 13 років	Старша 14-16 років
домашній одяг	0,04	0,06	0,08
домашній одяг зі шкільною сумкою	0,07	0,10	0,14
вуличний одяг зі шкільною сумкою	0,09	0,13	0,16

$f_{cp} = 0,29$	$f_{cp} = 0,26$	$f_{cp} = 0,18$	$f_{cp} = 0,24$	$f_{cp} = 0,36$
$f_{cp} = 0,38$	$f_{cp} = 0,26$	$f_{cp} = 0,39$	$f_{cp} = 0,39$	$f_{cp} = 0,39$
$f_{cp} = 0,29$	$f_{cp} = 0,20$	$f_{cp} = 0,32$	$f_{cp} = 0,26$	$f_{cp} = 0,18$

Рисунок А.12 – Площа горизонтальної проекції людей з різним вантажем

Таблиця А.7 – Площа горизонтальної проекції людей з обмеженою мобільністю, м²/ос.

Здоровые люди, слабослыша- щие, с ограни- чением умст- венной дея- тельности	Слепые	С поражением опорно-двигательного аппарата					
		передвигаю- щиеся без до- полнительных опор	передвигаю- щиеся с одной дополнительной опорой	передвигаю- щиеся с двумя дополнитель- ными опорами	передвигаю- щиеся на крес- лах-колясках	транспортируе- мые на носилках	транспортируе- мые на каталках
1	2	3	4	5	6	7	8
$a = 0,28$	$a_1 = 0,72$	$a_2 = 0,40$	$a_3 = 0,50$	$a_4 = 0,50$	$a_5 = 0,80$	$b_1 = 0,50$	$b_2 = 0,75$
$c = 0,46$	$c_1 = 0,82$	$c_2 = 0,75$	$c_3 = 0,65$	$c_4 = 0,90$	$c_5 = 1,20$	$l_1 = 2,10$	$l_2 = 2,10$
$f = 0,10$	$f = 0,40$	$f = 0,25$	$f = 0,20$	$f = 0,30$	$f = 0,96$	$f = 1,05$	$f = 1,58$

А.8.5 Час затримки t_3 руху на ділянці i , що утворився через скупчення людей на границі з наступною ділянкою $(i+1)$, визначається за формулою:

$$t_3 = N \cdot f \cdot \left(\frac{1}{q_{\text{при } D=0,9} \cdot b_{i+1}} - \frac{1}{q_{i+1} \cdot b_i} \right), \quad (\text{A.28})$$

де: N – кількість людей, люд.;

f – площа горизонтальної проекції, м^2 ;

$q_{\text{при } D=0,9}$ – інтенсивність руху через ділянку $i+1$ при щільності 0,9 і більше, м/хв ;

b_{i+1} – ширина ділянки, м , при входженні на який утворилося скупчення людей;

q_{i+1} – інтенсивність руху на ділянці i , м/хв ;

b_i – ширина попередньої ділянки i , м .

Час існування скупчення $t_{\text{ск}}$ на ділянці i визначається за формулою:

$$t_{\text{ск}} = \frac{N \cdot f}{q_{\text{при } D=0,9} \cdot b_{i+1}}. \quad (\text{A.29})$$

Розрахунковий час евакуації по ділянці i , в кінці якої на границі з ділянкою $(i+1)$ утворилося скупчення людей, дорівнює часу існування скупчення $t_{\text{ск}}$. Розрахунковий час евакуації по ділянці i допускається визначати за формулою:

$$t_i = \frac{l_i}{V_i} + t_3. \quad (\text{A.30})$$

А.9 Порядок проведення розрахунку та математичні моделі для визначення часу блокування шляхів евакуації небезпечними чинниками пожежі

А.9.1. Порядок проведення розрахунку

Проводиться вибір сценарію (чи сценаріїв) пожежі, за якого очікуються найгірші наслідки для людей, які знаходяться в будівлі.

Формулювання сценарію розвитку пожежі містить у собі наступні етапи:

- вибір місця перебування первинного осередку пожежі та закономірностей його розвитку;
- задання розрахункової області (вибір системи приміщень, яка розглядається під час розрахунку, визначення елементів внутрішньої структури приміщень, які враховуються під час розрахунку, завдання стану прорізів);
- задання параметрів навколишнього середовища та початкових значень параметрів усередині приміщень.

Вибирання місцезнаходження осередку пожежі проводиться експертним шляхом. При цьому враховується кількість горючого навантаження, його властивості та розташування, ймовірність виникнення пожежі, можлива динаміка її розвитку, розташування евакуаційних шляхів і виходів.

Найчастіше під час розрахунків розглядаються три основні види розвитку пожежі: кругове поширення пожежі по твердому горючому навантаженню, лінійне поширення пожежі по твердому горючому навантаженню, нестале горіння горючої рідини (ГР).

Швидкість вигорання пожежного навантаження для цих випадків визначається за формулами:

Швидкість вигорання пожежного навантаження для цих випадків визначається за формулами:

$$\psi = \begin{cases} \psi_{\text{пит}} \cdot \pi \cdot v^2 \cdot t^2 & \text{– для кругового розповсюдження пожежі} \\ \psi_{\text{пит}} \cdot 2 \cdot v \cdot t \cdot b & \text{– для лінійного розповсюдження пожежі} \\ \psi_{\text{пит}} \cdot F \cdot \sqrt{\frac{t}{t_{\text{ст}}}} & \text{– для несталого горіння горючих рідин} \end{cases}, \quad (\text{A.31})$$

де $\psi_{\text{пит}}$ – питома швидкість вигорання, $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$;

v – швидкість поширення полум'я, $\text{м}/\text{с}$;

b – ширина смуги горючого навантаження, м ;

$t_{\text{ст}}$ – час стабілізації горіння горючої рідини, с ;

F – площа осередку пожежі, м^2 .

З урахуванням підрозділу А.8.2 цього додатку обирається метод моделювання, складається математична модель, що відповідає даному сценарію, та проводиться моделювання динаміки розвитку пожежі. На підставі отриманих результатів розраховується час досягнення кожним із небезпечних чинників пожежі гранично допустимого значення на шляхах евакуації.

Критичний час по кожному з небезпечних чинників пожежі визначається як час досягнення цим чинником гранично допустимого значення на шляхах евакуації на висоті 1,7 м від підлоги.

Гранично допустимі значення за кожним з небезпечних чинників пожежі складають:

- за підвищеною температурою – 70 °С;
- за тепловим потоком – 1400 Вт/м²;
- за втратою видимості – 20 м (у разі, коли обидва горизонтальні лінійні розміри приміщення менше 20 м, гранично допустиму відстань по втраті видимості слід приймати рівною найбільшому горизонтальному лінійному розміру);
- за зниженим вмістом кисню – 0,226 кг/м³;
- за кожним з токсичних газоподібних продуктів горіння (CO₂ – 0,11 кг/м³; CO – 1,16·10⁻³ кг/м³; HCL – 23·10⁻⁶ кг/м³).

Необхідно відзначити, що за використання польової моделі визначення критичного часу має істотні особливості, пов'язані з тим, що критичне значення в різних точках приміщення досягається неодноразово. Для приміщень із порівнянними горизонтальними розмірами критичний час визначається як максимальне з критичних часів для евакуаційних виходів із даного приміщення (час блокування останнього виходу).

Визначається час блокування $t_{\text{бл}}$:

$$t_{\text{бл}} = \min \{ t_{\text{кр}}^{\text{T}}, t_{\text{кр}}^{\text{T.П.}}, t_{\text{кр}}^{\text{В.В.}}, t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}, t_{\text{кр}}^{\text{T.Г.}} \}. \quad (\text{A.32})$$

А.9.2 Класифікація та сфера застосування методів математичного моделювання пожежі

Для опису термогазодинамічних параметрів пожежі застосовуються три основні групи детерміністичних моделей: інтегральні, зонні (зональні) та польові.

Вибір конкретної моделі розрахунку часу блокування шляхів евакуації слід здійснювати виходячи з наступних передумов:

- а) інтегральний метод застосовують:
 - для будівель, що мають розвинену систему приміщень малого об'єму простої геометричної конфігурації;
 - для приміщень, де характерний розмір осередку пожежі можливо порівняти з характерними розмірами приміщення та розміри приміщення близькі між собою (лінійні розміри приміщення відрізняються не більше ніж у 5 разів);
 - для попередніх розрахунків з метою виявлення найбільш небезпечного сценарію пожежі;
- б) зонний (зональний) метод застосовують:
 - для приміщень і систем приміщень простої геометричної конфігурації, лінійні розміри яких близькі між собою (лінійні розміри приміщення відрізняються не більше ніж у 5 разів), коли розмір осередку пожежі істотно менше розмірів приміщення;
 - для робочих зон, розташованих на різних рівнях у межах одного приміщення (наприклад, похила глядацька зала кінотеатру, антресолі);
 - польовий метод застосовують:
 - для приміщень складної геометричної конфігурації, а також приміщень із великою кількістю внутрішніх перешкод (атріуми з системою галерей і коридорів, що примикають, багатофункціональні центри зі складною системою вертикальних і горизонтальних зв'язків тощо);
 - для приміщень, у яких один із геометричних розмірів значно більше (менше) інших (тунелі, закриті автостоянки великої площі тощо);

– для інших випадків, коли застосування чи інформативність зонних та інтегральних моделей викликає сумнів (унікальні споруди, будівлі, де необхідно врахувати поширення пожежі по її фасаду та (або), роботу систем протипожежного захисту).

Під час використання інтегральної та зонної моделей для приміщення, один із лінійних розмірів якого більше ніж у п'ять разів перевищує хоча б один із двох інших лінійних розмірів, необхідно це приміщення поділяти на ділянки, розміри яких порівняні між собою, та розглядати ділянки як окремі приміщення, що сполучуються прорізами, площа яких дорівнює площі перетину на границі ділянок. Використання аналогічної процедури у разі, коли два лінійних розміри перевищують третій більше ніж у 5 разів не допускається.

А.9.3 Математична інтегральна модель газообміну в будівлі під час пожежі

Для розрахунку поширення продуктів горіння по будівлі складаються та розв'язуються рівняння аерації, тепло- і масообміну, як для кожного приміщення окремо, так і для всієї будівлі в цілому.

Рівняння руху, що зв'язують значення перепадів тисків на прорізах із витратами газів через прорізи мають вигляд:

$$G_{ji} = \text{sign}(\Delta P_{ji}) \cdot \xi \cdot F \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot |\Delta P_{ji}|}, \quad (\text{A.33})$$

де G_{ji} – витрата газів через проріз між двома (j -м та i -м) суміжними приміщеннями, кг/с;

ξ – коефіцієнт витрати прорізу ($\xi=0,8$ для закритих прорізів і $\xi=0,64$ для відкритих прорізів);

F – площа перетину прорізу, м²;

ρ – густина газів, які проходять через проріз, кг/м³;

ΔP_{ji} – середній перепад повних тисків між j -м та i -м приміщеннями, Па.

Напрямок витрати визначається знаком різниці тисків ΔP_{ji} . Залежно від цього густина ρ приймає різні значення.

Знак витрати газів (витрата, що входить у приміщення, вважається позитивною, що виходить із приміщення – від'ємною) і значення ρ залежать від знака перепаду тисків:

$$\text{sign}(\Delta P), \rho = \begin{cases} -1, \rho = \rho_j, & \text{при } \Delta P < 0 \\ +1, \rho = \rho_i, & \text{при } \Delta P > 0 \end{cases}. \quad (\text{A.34})$$

Для прогнозування параметрів продуктів горіння (температури, концентрацій токсичних компонентів продуктів горіння) у приміщеннях багатоповерхової будівлі на поверхах, розташованих вище поверху, на якому може виникнути пожежа, розглядаються процеси поширення продуктів горіння у вертикальних каналах (сходові клітини, шахти ліфтів, вентиляційні канали тощо).

Вертикальну шахту по висоті розділяють на зони, які є вузлами в гідравлічній схемі будівлі. Зона по висоті може охоплювати декілька поверхів будівлі. У цьому випадку витрату газу між зонами можна виразити формулою вигляду:

$$G = \sqrt{\frac{\Delta p}{S}}, \quad (\text{A.35})$$

де $S = \frac{1}{2 \cdot g \cdot \rho \cdot k \cdot F^2}$ – характеристика гідравлічного опору на границі зон;

F – площа поперечного перерізу шахти, м^2 ;

k – коефіцієнт (допускається приймати рівним $0,05 \text{ с}^2/\text{м}$);

$g=9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння;

Δp – перепад тисків між вузлами Па.

Будівлю представляють у виді гідравлічної схеми, вузли якої моделюють приміщення, а зв'язки – шляхи руху продуктів горіння та повітря. Кожне приміщення будівлі описується системою рівнянь, яка складається з рівняння балансу маси, рівняння збереження енергії та рівняння основного газового закону (Менделєєва-Клайперона).

Рівняння балансу маси є таким:

$$d(\rho_j \cdot V_j)/dt = \psi + \sum_k G_k - \sum_i G_i, \quad (A.36)$$

де V_j – об'єм приміщення, м³;

t – час, с;

$\sum_k G_k$ – сума витрат газів, які входять у приміщення, кг/с;

$\sum_i G_i$ – сума витрат газів, які виходять із приміщення, кг/с;

Ψ – швидкість вигорання пожежного навантаження, кг/с.

Рівняння збереження енергії є таким:

$$d(c_v \cdot \rho_j \cdot V_j \cdot T_j)/dt = c_p \cdot \sum_k (T_k \cdot G_k) - c_p \cdot T_j \cdot \sum_i G_i + Q_\Gamma - Q_w, \quad (A.37)$$

де c_v, c_p – питома ізохорна й ізобарна теплоємності, кДж/(кг·К);

T_i, T_j – температури газів в i -м та j -м приміщеннях, К;

Q_Γ – кількість тепла, що виділяється в приміщенні під час горіння, кВт;

Q_w – тепловий потік, що поглинається конструкціями та випромінюється через прорізи, кВт.

Для приміщення осередку пожежі величина Q_Γ визначається за формулою:

$$Q_\Gamma = \eta \cdot Q_n + I,$$

де η – коефіцієнт повноти горіння;

Q_n – нижча теплота згоряння, кДж/кг;

$I = c_p \cdot T$ – ентальпія газифікованого горючого навантаження, кДж/кг;

c_p – питома теплоємність продуктів піролізу, кДж/(кг·К);

T – температура продуктів піролізу, К.

Для інших приміщень $Q_\Gamma = 0$.

Коефіцієнт повноти горіння η визначається за формулою:

$$\eta = \eta_0 \cdot K + (1 - K) \cdot \frac{\sum_k X_{ox,k} \cdot G_k}{\Psi \cdot L_{ox}}, \quad (A.38)$$

де η_0 – коефіцієнт повноти горіння в режимі пожежі, регульованої горючим навантаженням, який визначається за формулою:

$$\eta_0 = 0,63 + 0,2 \cdot X_{ox,0} + 1500 \cdot X_{ox,0}^6. \quad (A.39)$$

Коефіцієнт K розраховується за формулою:

$$K = \left(\frac{X_{ox,m}}{X_{ox,0}} \right)^B \exp \left(B \cdot \left(1 - \frac{X_{ox,m}}{X_{ox,0}} \right) \right), \quad (A.40)$$

$$\text{де } B = \left(\frac{X_{ox,0}}{X_{ox,0} - 0,01} \right)^2;$$

$X_{ox,0}$ – початкова концентрація кисню в приміщенні осередку пожежі;

$X_{ox,m}$ – поточна концентрація кисню в приміщенні осередку пожежі;

L_{ox} – кількість кисню, яка поглинається під час згоряння 1 кг горючого навантаження кг/кг.

Рівняння Менделєєва-Клайперона виражається формулою:

$$P_j = \rho_j \cdot T_j \cdot \frac{R}{M}, \quad (A.41)$$

де P_j – тиск газу в j -му приміщенні, Па;

ρ_j – густина газу в j -му приміщенні, кг/м³;

T_j – температура газу в j -му приміщенні, К;

$R=8,31$ – універсальна газова стала, Дж/(моль·К);

M – молярна маса газу, моль.

Параметри газу в приміщенні визначаються за рівнянням балансу мас окремих компонентів продуктів горіння та кисню і рівняння балансу оптичної густини диму.

Рівняння балансу мас окремих компонентів продуктів горіння та кисню:

$$d(X_{L,j} \cdot \rho_j \cdot V_j) / dt = \psi \cdot L_L + \sum_k (X_{L,k} \cdot G_k) - X_{L,j} \cdot \sum_i G_i, \quad (A.42)$$

де $X_{L,i}$, $X_{L,j}$ – концентрація L -го компоненту продуктів горіння в i -му та j -му приміщеннях, кг/кг;

L_L – кількість L -го компоненту продуктів горіння (кисню), що виділяється (поглинається) під час згоряння 1 кг пожежного навантаження, кг/кг.

Рівняння балансу оптичної густини диму:

$$V_j \cdot d\mu_j / dt = \psi \cdot D_m + \sum_k (\mu_k \cdot G_k) / \rho_k - \mu_j \cdot \sum_i G_i / \rho_j, \quad (A.43)$$

де μ_i , μ_j – оптична густина диму в i -му та j -му приміщеннях, Нп·м⁻¹;

D_m – димоутворювальна здатність пожежного навантаження, Нп·м²/кг.

Оптична густина диму за звичайних умов пов'язана з відстанню граничної видимості в диму формулою:

$$l_{\text{гр}} = \frac{2,38}{\mu}. \quad (\text{A.44})$$

Для приміщень без джерела тепла система рівнянь (A.36), (A.37), (A.38) спрощується та представляється у вигляді:

$$\begin{cases} G_{ij}(\tau) = \text{sign}(\Delta P_{ij}(\tau)) \cdot \mu \cdot F \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_k \cdot |\Delta P_{ij}(\tau)|} \\ \sum_{i=1}^n \frac{G_{ij}(\tau)}{\rho_k} = 0 \end{cases}, \quad (\text{A.45})$$

$$\text{де } \rho_k = \frac{1}{2} \cdot [\rho_i + \text{sign}(\Delta P_{ij}) \cdot \rho_i + \rho_j - \text{sign}(\Delta P_{ij}) \cdot \rho_j].$$

Перше рівняння зв'язує перепади тисків на з'єднуючих приміщення прорізах із витратою газу через ці прорізи. Друге – виражає сталість об'єму для даного приміщення. Таким чином, для всієї будівлі потрібно вирішувати систему, що складається з $(m_{23} + m_{63}) \cdot n_{\text{нов}}$ нелінійних рівнянь виду (A.42) та $n_{\text{вуз}} \cdot n_{\text{нов}}$ лінійних рівнянь виду (A.43). Тут m_{23} та m_{63} – відповідно кількість горизонтальних і вертикальних зв'язків на поверсі; $n_{\text{вуз}}$ – кількість вузлів; $n_{\text{нов}}$ – кількість поверхів.

Система рівнянь, що містить рівняння (A.36), (A.37) для приміщення осередку пожежі та (A.42), (A.43) для інших приміщень і рівняння (A.41), що описує гідравлічну схему будівлі, розв'язується чисельно методом ітерації в сукупності з методом січних.

Основні рівняння для визначення температури газу та концентрації продуктів горіння в приміщеннях будівлі отримані з рівнянь збереження енергії та маси.

Температура газу в приміщенні, де відсутній осередок пожежі визначається з рівняння теплового балансу, яке можна одержати з рівняння збереження енергії (A.37). Формула для визначення температури газу в j -му приміщенні будівлі в n -ий момент часу:

$$\begin{aligned}
T_{nj} = & \frac{\sum_{k=1}^n (c_{PB} \cdot G_k \cdot T_k) + Q_j}{c_{vr} \cdot \left(\sum_{k=1}^n G_k - \sum_{i=1}^m G_i \right) + c_{pr} \cdot \sum_{i=1}^m G_i + \alpha_{jn}^* \cdot F_{jn} + \alpha_{jcc}^* \cdot F_{jcc}} + \\
& + \left[T_{(n-1)j} - \frac{\sum_{k=1}^n (c_{PB} \cdot G_k \cdot T_k) + Q_j}{c_{vr} \cdot \left(\sum_{k=1}^n G_k - \sum_{i=1}^m G_i \right) + c_{pr} \cdot \sum_{i=1}^m G_i + \alpha_{jn}^* \cdot F_{jn} + \alpha_{jcc}^* \cdot F_{jcc}} \right] \cdot \\
& \cdot \exp \left[- \frac{c_{vr} \cdot \left(\sum_{k=1}^n G_k - \sum_{i=1}^m G_i \right) + c_{pr} \cdot \sum_{i=1}^m G_i + \alpha_{jn}^* \cdot F_{jn} + \alpha_{jcc}^* \cdot F_{jcc}}{c_{vr} \cdot \rho_j \cdot V_j} \cdot \Delta \tau \right]
\end{aligned} \quad (A.46)$$

де Q_j – сума джерел (стоків) тепла в об’ємі j -го приміщення та тепла, що йде в огорожуючі конструкції;

$$\alpha^* = \alpha \cdot \left[\frac{T(\tau) - T_w(\tau)}{T(\tau) - T_0} \right] - \text{приведений коефіцієнт тепловіддачі};$$

T_0 – початкова температура в приміщенні;

F_{jcc} – площа поверхні огорожуючих конструкцій у j -му приміщенні.

Коефіцієнт тепловіддачі α може бути розрахований за емпіричною формулою:

$$\alpha = \begin{cases} 4,07 \cdot \sqrt[3]{T_m - T_w} & \text{при } T_m \leq 60^\circ \text{C} \\ 11,63 \cdot \exp[0,0023 \cdot (T_m - T_0)] & \text{при } T_m > 60^\circ \text{C} \end{cases} \quad (A.47)$$

Концентрація окремих компонентів газових сумішей у приміщеннях будівлі обчислюється з рівняння балансу маси даного компонента (A.42). Концентрація L -го компоненту продуктів горіння в j -му приміщенні в n -ий момент часу визначається за рівнянням:

$$X_{Lj(n)} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_{Lk} \cdot G_k)}{\sum_{k=1}^n G_k} + \left(X_{Lj(n-1)} - \frac{\sum_{k=1}^n (X_{Lk} \cdot G_k)}{\sum_{k=1}^n G_k} \right) \cdot \exp \left(- \frac{\sum_{k=1}^n G_k}{\rho_j \cdot V_j} \cdot \Delta \tau \right). \quad (A.48)$$

Оптична густина диму в j -ому приміщенні в n -ий момент часу визначається за формулою (A.49).

$$\mu_{(n)j} = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_k \cdot G_k)}{\sum_{k=1}^n G_k} + \left(\mu_{(n-1)j} - \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_k \cdot G_k)}{\sum_{k=1}^n G_k} \right) \cdot \exp \left(- \frac{\sum_{k=1}^n G_k}{\rho_j \cdot V_j} \cdot \Delta \tau \right). \quad (\text{A.49})$$

Аналітичні співвідношення для визначення критичної тривалості пожежі

Для одиночного приміщення висотою не більш 6 м, що задовольняє умовам застосування інтегральної моделі, за відсутності систем протипожежного захисту, що впливають на розвиток пожежі, допускається визначати критичні часи за кожним із небезпечних чинників пожежі за допомогою аналітичних співвідношень:

за підвищеною температурою:

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (\text{A.50})$$

за втратою видимості:

$$t_{кр}^{B.B.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{zp} \cdot B \cdot D_m \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (\text{A.51})$$

за зниженням вмісту кисню:

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (\text{A.52})$$

за кожним з газоподібних токсичних продуктів горіння:

$$t_{кр}^{T.G.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (\text{A.53})$$

де $B = \frac{353 \cdot c_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q_H}$ – розмірний комплекс, який залежить від теплоти

згоряння матеріалу та вільного об'єму приміщення, кг;

t_0 – початкова температура повітря в приміщенні, °С;

n – показник ступеню, що враховує зміну маси матеріалу, що вигоряє, в часі;

A – розмірний параметр, що враховує питому масову швидкість вигорання горючого матеріалу та площу пожежі, кг/с^n ;

Z – безрозмірний параметр, що враховує нерівномірність розподілу НЧП по висоті приміщення;

Q_n – нижча теплота згорання матеріалу, МДж/кг ;

c_p – питома ізобарна теплоємність газу, МДж/кг ;

φ – коефіцієнт тепловтрат (приймається за даними довідкової літератури, за відсутності даних може бути прийнятий рівним 0,55);

η – коефіцієнт повноти горіння (визначається за формулою А.39);

V – вільний об'єм приміщення, м^3 ;

α – коефіцієнт відображення предметів на шляхах евакуації;

E – початкова освітленість, лк ;

$l_{\text{гр}}$ – гранична дальність видимості в диму, м ;

D_m – димоутворювальна здатність горючого матеріалу, $\text{Нп}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$;

L – питомий вихід токсичних газів під час згорання 1 кг матеріалу, кг/кг ;

X – гранично допустимий вміст токсичного газу в приміщенні, кг/м^3
($X_{\text{CO}_2}=0,11 \text{ кг/м}^3$; $X_{\text{CO}}=1,16\cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$; $X_{\text{HCL}}=23\cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$);

L_{O_2} – питома витрата кисню, кг/кг .

Якщо під знаком логарифма виходить від'ємне число, то даний НЧП не є небезпечним.

Параметр Z при $H \leq 6 \text{ м}$ обчислюють за формулою:

$$Z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right), \quad (\text{A.54})$$

де h – висота робочої зони, м ;

H – висота приміщення, м .

Визначається висота робочої зони:

$$h = h_{\text{пл}} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta, \quad (\text{A.55})$$

де $h_{\text{пл}}$ – висота площадки, де знаходяться люди, над підлогою приміщення, м ;

δ – різниця висот підлоги, рівна нулю за її горизонтального розташування, м .

Варто мати на увазі, що найбільшій небезпеки під час пожежі піддаються люди, що знаходяться на більш високій відмітці. Тому, наприклад, під час визначення необхідного часу евакуації людей з партеру глядацької зали з похилою підлогою значення h слід знаходити, орієнтуючись на найбільш високо розташовані ряди крісел.

Параметри A та n обчислюють таким чином:

у разі горіння рідини зі сталою швидкістю:

$$A = \psi_{\text{пит}} \cdot F, \quad n=1,$$

де $\psi_{\text{пит}}$ – питома швидкість вигорання рідини, кг/(м²·с);

у разі горіння рідини з несталою швидкістю:

$$A = \frac{0,67 \cdot \psi_{\text{пит}} \cdot F}{\sqrt{t_{\text{ст}}}}, \quad n=1,5,$$

для кругового поширення пожежі:

$$A = 1,05 \cdot \psi_{\text{пит}} \cdot v^2, \quad n=3,$$

де v – лінійна швидкість поширення полум'я, м/с;

для вертикальної чи горизонтальної поверхні горіння у вигляді прямокутника, одна зі сторін якого збільшується в двох напрямках за рахунок поширення полум'я (наприклад, поширення вогню в горизонтальному напрямку по завісі після охоплення її полум'ям по всій висоті):

$$A = \psi_{\text{пит}} \cdot v \cdot b, \quad n=2,$$

де b – перпендикулярний до напрямку руху полум'я розмір зони горіння, м.

За відсутності спеціальних вимог значення α та E приймають рівними 0,3 лк і 50 лк відповідно, а значення $l_{\text{зр}}=20$ м.

А.9.4 Математична двозонна модель пожежі в будівлі

При розв'язанні задач із використанням двозонної моделі пожежа в будівлі характеризується усередненими за масою і об'ємом значеннями таких параметрів задимленої зони:

T – температура середовища в задимленій зоні, К;

μ – оптична густина диму, Нп/м;

x_i – масова концентрація i -го токсичного продукту горіння в задимленій зоні, кг/кг;

x_k , – масова концентрація кисню, кг/кг;

Z – висота нижньої границі шару диму, м.

У свою чергу перелічені параметри виражаються через основні інтегральні параметри задимленої зони за допомогою наступних формул:

$$Q_3 = \int_0^T m \cdot c_p(T) \cdot dT, \quad (A.56)$$

$$x_i = \frac{m_i}{m}, \quad x_k = \frac{m_k}{m}, \quad (A.57)$$

$$\mu = \frac{S}{V_d}, \quad (A.58)$$

$$\rho = \frac{m}{V_d}, \quad Z = H - \frac{V_d}{A}, \quad (A.59)$$

де m , m_i – загальна маса диму та відповідно i -го токсичного продукту горіння в задимленій зоні, кг;

m_k , – маса кисню в задимленій зоні, кг;

Q_3 – ентальпія продуктів горіння в задимленій зоні, кДж;

S – оптична кількість диму, Нп·м²;

ρ – густина диму при температурі T , кг/м³;

V_d – об'єм задимленої зони, м³;

H , A – висота та площа приміщення, м;

c_p – питома теплоємність диму, кДж/(К·кг).

Динаміка основних інтегральних параметрів задимленої зони визначається інтегруванням системи наступних балансових рівнянь:

загальної маси компонентів задимленої зони з урахуванням диму, внесеного в зону конвективною колонкою, та диму, що видаляється через прорізи в сусідні приміщення:

$$\frac{dm}{dt} = G_k - G_{\Pi}, \quad (A.60)$$

де t – поточний час, с;

G_K, G_{Π} – масова витрата диму відповідно через конвективну колонку та відкриті прорізи в приміщенні, кг/с;

ентальпії компонентів задимленої зони з урахуванням тепла, внесеного в зону конвективною колонкою, тепловіддачі в конструкції, та віднесення диму в прорізи:

$$\frac{dQ}{dt} = Q_K - Q_{\Pi} - Q_{\text{кон}}, \quad (\text{A.61})$$

де $Q_K, Q_{\Pi}, Q_{\text{кон}}$ – теплова потужність, відповідно, внесена в задимлену зону конвективною колонкою, що видаляється з димом через відкриті прорізи та втрачається в конструкції, кВт;

маси кисню з урахуванням втрат на окиснення продуктів піролізу горючих речовин:

$$\frac{dm_{\text{ox}}}{dt} = 0,23 \cdot (G_K - \eta \cdot \Psi \cdot L_{\text{ox}}) - X_{\text{ox}} \cdot G_{\Pi}, \quad (\text{A.62})$$

де η – повнота згоряння горючого матеріалу, кг/кг;

Ψ – швидкість вигорання горючого матеріалу, кг/с;

L_{ox} – споживання кисню при згорянні одиниці маси горючого матеріалу, кг/кг;

оптичної кількості диму з урахуванням димоутворювальної здатності горючого матеріалу:

$$\frac{dS}{dt} = \Psi \cdot D_m - G_{\Pi} \cdot \frac{\mu}{\rho}, \quad (\text{A.63})$$

де D – димоутворювальна здатність горючого матеріалу, Нп·м²/кг;

маси i -го токсичного продукту горіння:

$$\frac{dm_i}{dt} = \Psi \cdot L_i - x_i \cdot G_{\Pi}, \quad (\text{A.64})$$

де L_i – масовий вихід i -го токсичного продукту горіння, кг/кг.

Маса компонентів диму G_K , внесених у задимлену зону конвективною колонкою, оцінюється з урахуванням кількості повітря, що утягується в

конвективну колонку по всій її висоті до нижньої границі шару диму. В інженерних розрахунках витрата компонентів диму через вісесиметричну конвективну колонку на висоті нижнього рівня задимленої зони Z (у залежності від того, яка область конвективної колонки чи факелу занурена в задимлену зону) задається напівемпіричною формулою:

$$G_K = \begin{cases} 0,011 \cdot Q \cdot \left(\frac{Z}{Q^{2/5}} \right)^{0,566} & \text{для області факелу} \\ 0,026 \cdot Q \cdot \left(\frac{Z}{Q^{2/5}} \right)^{0,909} & \text{для перехідної області} \\ 0,124 \cdot Q \cdot \left(\frac{Z}{Q^{2/5}} \right)^{1,895} & \text{для області конвективної колонки} \end{cases}, \quad (A.65)$$

де Q – потужність осередку пожежі, кВт.

Динаміка параметрів осередку пожежі визначається розвитком площі горіння з урахуванням складного складу горючих матеріалів, їх розташування, місця виникнення осередку пожежі та повноти згорання:

$$Q = \eta \cdot \psi_{\text{пит}} \cdot Q_n \cdot F(t). \quad (A.66)$$

Втрати тепла в огорожувальній конструкції розраховуються з урахуванням температури гарячого струменю T_c , швидкості та випромінювальної здатності струменю, що омиває конструкції та прогрівання самої i -ої конструкції $T_i(y)$ по товщині y . Для цього чисельно інтегрується нестационарне рівняння Фур'є:

$$\frac{\partial T_i(y)}{\partial \tau} = \frac{1}{c(T) \cdot \rho} \cdot \frac{\partial}{\partial y} \cdot \left(\lambda(T) \cdot \frac{\partial T_i(y)}{\partial y} \right), \quad (A.67)$$

із граничними та початковими умовами:

$$(\alpha_k + \alpha_n) \cdot (T_c - T_w) = -\lambda_w \cdot \left. \frac{\partial T_i(y)}{\partial y} \right|_{y=0}, \quad (A.68)$$

$$(\alpha_k + \alpha_n) \cdot (T_0 - T_i(\delta)) = -\lambda(T) \cdot \left. \frac{\partial T_i(y)}{\partial y} \right|_{y=\delta}, \quad (A.69)$$

$$T_i(0, y) = T_0, \quad 0 \leq y \leq \delta, \quad (A.70)$$

де α_k, α_{Π} – відповідно конвективний і променистий коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К);

δ – товщина огорожуючої конструкції, м;

$c(T)$ – теплоємність матеріалу конструкції при температурі $T(y)$, Дж/(кг²·К);

$\lambda(T)$ – теплопровідність матеріалу конструкції при температурі $T(y)$, Вт/(м·К);

T_w, T_0 – температура конструкції обігрівної поверхні та середовища з боку необігрівної поверхні, К;

ρ – густина матеріалу конструкції, кг/м³.

Теплові та масові потоки через проріз у кожен момент часу розраховуються з урахуванням поточного перепаду тиску по висоті прорізу, складу та температури газового середовища по обох сторонах прорізу (див. рис. А.13). Так, масова витрата диму з приміщення осередку пожежі в сусіднє приміщення розраховується наступним чином:

$$G_{\Pi} = B \cdot \xi \cdot \int_{Y_{\min}}^{Y_{\max}} \sqrt{2 \cdot \rho \cdot (P(h) - P_2(h))} \cdot dh, \quad (\text{A.71})$$

де B – ширина прорізу, м;

ξ – аеродинамічний коефіцієнт прорізу;

$P(h) - P_2(h)$ – різниця тисків у приміщеннях на висоті h ;

ρ – густина диму в задимленій зоні сусіднього приміщення за температури диму T .

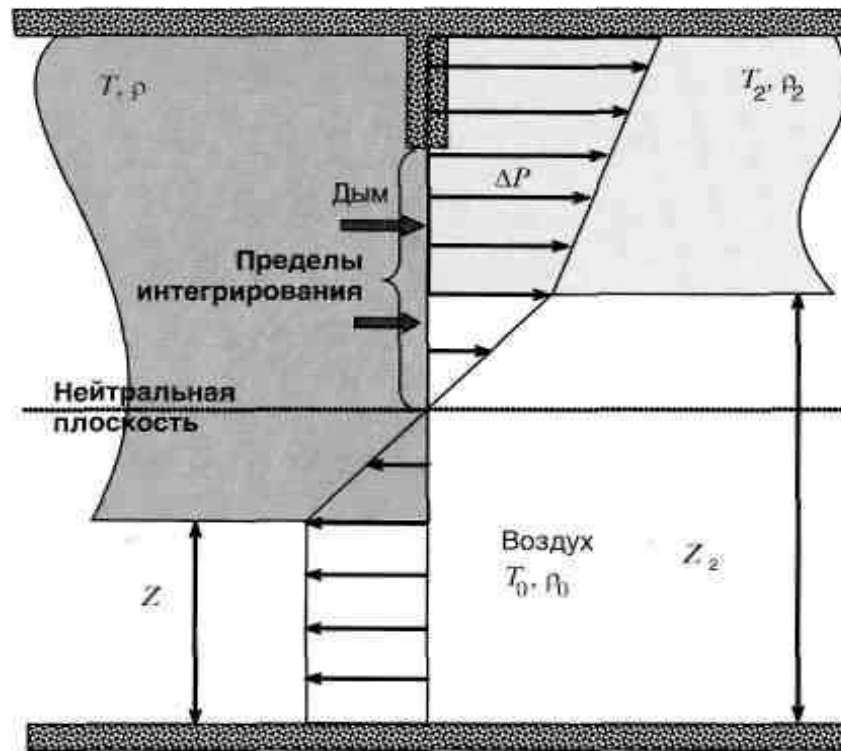


Рисунок А.13 – Масопотоки через проріз

Межі інтегрування Y_{max} та Y_{min} вибираються в межах створу прорізу, шару диму в приміщенні з осередком пожежі та там, де надлишковий тиск $\Delta P = (P(h) - P(h)_2) > 0$, як це наведено на рис. А.13.

Необхідна для оцінки перепаду тиску по створу прорізу залежність тиску від висоти в i -ому приміщенні (з урахуванням задимленої зони цього приміщення) оцінюється як:

$$P_i(h) = \begin{cases} P_{i0} - \rho_o \cdot g \cdot h & \text{якщо } h \leq Z_i \\ P_{i0} - \rho_o \cdot g \cdot Z_i - \rho_i \cdot g \cdot h & \text{якщо } h > Z_i \end{cases} \quad (\text{A.72})$$

де P_{i0} – поточний тиск в i -ому приміщенні на нульовій відмітці (чи приведені до нульової відмітки, якщо рівень підлоги приміщення вище нульової відмітки);

ρ_o – густина повітря при початковій температурі T_o ;

Z_i – поточна висота незадимленої зони в i -ому приміщенні.

Розраховані параметри тепломасообміну в прорізі використовуються як граничні умови для сусіднього приміщення.

А.9.5 Польовий метод моделювання пожежі в будівлі

Основою для польових моделей пожеж є рівняння, що виражають закони збереження маси, імпульсу, енергії та мас компонентів у розглянутому малому контрольному об'ємі.

Рівняння збереження маси:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j) = 0, \quad (\text{A.73})$$

де ρ – густина газу, кг/м^3 ;

t – поточний час, с;

x_j – координата в j -му напрямку, м;

u_j – швидкість у j -му напрямку, м/с.

Рівняння збереження імпульсу:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \cdot u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j \cdot u_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho \cdot g_i, \quad (\text{A.74})$$

де ρ – густина газу, кг/м^3 ;

u_i – швидкість у i -му напрямку, м/с;

u_j – швидкість у j -му напрямку, м/с;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

τ_{ij} – тензор в'язких напруг, Па.

Для ньютонівських рідин, що підкоряються закону Стокса, тензор в'язких напруг визначається за формулою:

$$\tau_{ij} = \mu \cdot \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \cdot \delta_{ij}. \quad (\text{A.75})$$

де μ – динамічний коефіцієнт в'язкості, $\text{Па} \cdot \text{с}$;

u_i – швидкість у i -му напрямку, м/с;

u_j – швидкість у j -му напрямку, м/с;

$\frac{\partial u_k}{\partial x_k}$ – градієнт швидкості у k -му напрямку, с^{-1} ;

δ_{ij} – символ (дельта) Кронекера, що дорівнює 1 при $i = j$, та 0 в інших випадках.

Рівняння енергії:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot h) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \cdot \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_j^R}{\partial x_j}, \quad (\text{A.76})$$

де $h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p \cdot dT + \sum_k (Y_k \cdot H_k)$ – статична ентальпія суміші;

H_k – теплота утворення k -го компонента, Дж;

$c_p = \sum_k Y_k \cdot c_{p,k}$ – теплоємність суміші за постійного тиску, Дж/(кг²·К);

Y_k – маса k -го компонента в суміші, г;

c_p – питома теплоємність k -го компонента, кДж/(К·кг);

λ – коефіцієнт теплопровідності суміші, Вт/(м·К);

q_j^R – радіаційний потік енергії в напрямку x_j , Дж/м².

Рівняння збереження хімічного компонента k :

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot Y_k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho \cdot D \cdot \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k, \quad (\text{A.77})$$

де: ρ – густина газу, кг/м³;

t – поточний час, с;

x_j – координата в j -му напрямку, м;

u_j – швидкість у j -му напрямку, м/с;

Y_k – маса k -го компонента в суміші, г;

D – коефіцієнт дифузії, м²/с;

S_k – маса суміші, що утворюється, кг.

Для замикання системи рівнянь (A.73)–(A.77) використовується рівняння стану ідеального газу. Для суміші газів воно має такий вигляд:

$$p = \rho \cdot R_0 \cdot T \cdot \sum_k \frac{Y_k}{M_k}, \quad (\text{A.78})$$

де p – абсолютний тиск суміші газів, Па;

ρ – густина газу, кг/м^3 ;

$R_0 = 8,31$ Дж/моль·К – універсальна газова стала;

T – абсолютна температура, К;

Y_k – маса k -го компонента в суміші, г;

M_k – молярна маса k -го компонента, г/моль.

ДОДАТОК Б **(обов'язковий)**

МЕТОД **ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ НА ОБ'ЄКТІ**

Б.1 Суть методу

Б.1.1 Ймовірність виникнення пожежі (вибуху) в пожежовибухонебезпечному об'єкті визначають на етапах його проектування, будівництва і експлуатації.

Б.1.2 Для розрахунку ймовірності виникнення пожежі (вибуху) на діючих об'єктах або об'єктах, що будуються, необхідно мати статистичні дані про час існування різних пожежовибухонебезпечних подій. Ймовірність виникнення пожежі (вибуху) на об'єктах, що проектуються, визначається на основі показників надійності елементів об'єкта, що дозволяють розраховувати ймовірність виробничого обладнання, системи контролю й управління, а також інші пристрої, що є на об'єкті, та можуть призвести до різних пожежовибухонебезпечних подій.

Під пожежовибухонебезпечними подіями розуміють події, що призводять до утворення горючого середовища та появи джерела запалювання.

Б.1.3 Чисельні значення, що необхідні для розрахунків ймовірності виникнення пожежі (вибуху) показників надійності різних технологічних апаратів, систем управління, контролю, зв'язку тощо, що використовуються під час проектування об'єкта, або вихідні дані для їх розрахунку вибирають відповідно до нормативно-технічної документації, стандартів і паспортів на елементи об'єкта. Необхідні дані можуть бути отримані в результаті збору і обробки статистичних даних про відмови елементів, що аналізуються в умовах експлуатації.

Б.1.4 Пожежовибухонебезпека будь-якого об'єкта визначається пожежовибухонебезпекою його складових частин (технологічних апаратів,

установок, приміщень). Ймовірність виникнення пожежі (вибуху) на об'єкті впродовж року Q (ПВ) обчислюють за формулою:

$$Q(\text{ПВ}) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - Q_i(\text{ПП})], \quad (\text{Б. 1})$$

де Q_i (ПП) — ймовірність виникнення пожежі в i -тому приміщенні об'єкта впродовж року;

n — кількість приміщень на об'єкті.

Б.1.5 Виникнення пожежі (вибуху) в будь-якому з приміщень об'єкта (подія ПП) обумовлено виникненням пожежі (вибуху) або в одному з технологічних апаратів, що знаходяться в цьому приміщенні (подія ПТА_{*j*}), або безпосередньо в об'ємі приміщення, що досліджується (подія ПО_{*i*}). Ймовірність Q_i (ПП) обчислюють за формулою:

$$Q_i(\text{ПП}) = 1 - \left\{ \prod_{j=1}^m [1 - Q_j(\text{ПТА})] \right\} \cdot [1 - Q_i(\text{ПО})], \quad (\text{Б. 2})$$

де Q_j (ПТА) — ймовірність виникнення пожежі в j -тому технологічному апараті i -го приміщення впродовж року;

Q_i (ПО) — ймовірність виникнення пожежі в об'ємі i -го приміщення впродовж року;

m — кількість технологічних апаратів в i -тому приміщенні.

Б.1.6 Виникнення пожежі (вибуху) в будь-якому з технологічних апаратів (подія ПТА_{*j*}) або безпосередньо в об'ємі приміщення (подія ПО_{*i*}), обумовлено сумісним утворенням горючого середовища (подія ГС) в елементі об'єкта, що розглядається, та появою в цьому середовищі джерела запалювання (подія ДЗ). Ймовірність (Q_i (ПО)) або (Q_j (ПТА)) виникнення пожежі елементі об'єкта, що розглядається, дорівнює ймовірності об'єднання (суми) всіх можливих попарних перетинів (добутків) випадкових подій утворення горючих середовищ і появи джерел запалювання:

$$Q_i(\text{ПО}) = Q_i \left[\bigcup_{k=1}^K \bigcup_{n=1}^N (\Gamma C_k \cap \text{ДЗ}_n) \right], \quad (\text{Б. 3})$$

- де K — кількість видів горючих речовин;
 N — кількість джерел запалювання;
 ΓC_k — подія утворення k -го горючого середовища;
 ДЗ_n — подія появи n -го джерела запалення;
 \cap — спеціальний символ перетину (добутку) подій;
 \cup — спеціальний символ об'єднання (суми) подій.

Ймовірність (Q_i (ПО)) або (Q_j (ПТА)) обчислюються за апроксимуючою формулою:

$$Q_i(\text{ПО}) = 1 - \prod_{k=1}^K \prod_{n=1}^N [1 - Q_i \cdot (\Gamma C_k) \cdot Q_i \text{ДЗ}_n / \Gamma C_k], \quad (\text{Б. 4})$$

де $Q_i(\Gamma C_k)$ — ймовірність появи в i -му елементі об'єкта k -го горючого середовища впродовж року;

$Q_i(\text{ДЗ}_n / \Gamma C_k)$ — умова ймовірності появи в i -му елементі об'єкта n -го джерела запалювання, що здатне запалити k -е горюче середовище.

Б.2 Розрахунок ймовірності утворення горючого середовища

Б.2.1 Утворення горючого середовища (подія ΓC_k) в елементі об'єкта, що розглядається, обумовлено спільною появою в ньому достатньої кількості горючої речовини або матеріалу (подія ΓP) і окислювача (подія ОК) з урахуванням параметрів стану (температури, тиску тощо). Ймовірність утворення k -го горючого середовища ($Q_i(\Gamma C_k)$) для випадку появи незалежних подій ΓP і ОК обчислюють за формулою:

$$Q_i(\Gamma C_k) = Q_i(\Gamma P_l) \cdot Q_i(\text{ОК}_m), \quad k = l + 10(m - 1), \quad (\text{Б.5})$$

де $Q_i(\Gamma P_l)$ — ймовірність появи достатньої для утворення горючого середовища кількості l -ї горючої речовини в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (OK_m)$ — ймовірність появи достатньої для утворення горючого середовища кількості m -го окислювача в i -му елементі об'єкта впродовж року;

k, l, m — порядкові номери горючого середовища, горючої речовини і окислювача.

Б.2.2 Поява в елементі об'єкта, що розглядається, горючої речовини k виду є наслідком реалізації будь-якої з a_n причин. Ймовірність $Q_i (ГР_k)$ обчислюють за формулою:

$$Q_i(ГР_k) = 1 - \prod_{n=1}^z [1 - Q_i(a_n)], \quad (Б. 6)$$

де $Q_i(a_n)$ — ймовірність реалізації будь-якої з a_n причин, що приведені нижче;

$Q_i(a_1)$ — ймовірність постійного перебування в i -му елементі об'єкта горючої речовини k -го виду;

$Q_i(a_2)$ — ймовірність розгерметизації апаратів або комунікацій із горючою речовиною, що знаходиться в i -му елементі об'єкта;

$Q_i(a_3)$ — ймовірність утворення горючої речовини в результаті хімічної реакції в i -му елементі об'єкта;

$Q_i(a_4)$ — ймовірність зниження концентрації флегматизатору в горючому газі, парі, рідині або аерозолі i -го елементу об'єкта нижче мінімально допустимої;

$Q_i(a_5)$ — ймовірність порушення періодичного очищення i -го елементу об'єкта від горючих відходів, відкладень пилу, пуху тощо.;

z — кількість a_n причин, характерних для i -го об'єкта;

n — порядковий номер причини.

Б.2.3 На діючих об'єктах і об'єктах будівництва імовірність споруджуваних об'єктах ймовірність ($Q_i(a_n)$) реалізації в i -му елементі об'єкта a_n причини, що призводить до появи k -ї горючої речовини, обчислюють на основі статистичних даних про час існування цієї причини за формулою:

$$Q_i(a_n) = \frac{K_6}{\tau_p} \sum_{j=1}^m \tau_j, \quad (Б. 7)$$

де K_6 — коефіцієнт безпеки, визначення якого наведено в розділі Б.4;

τ_p — період часу, що аналізується, хв;

m — кількість реалізацій a_n причини в i -му елементі об'єкту за період часу, що аналізується;

τ_j — час існування a_n причини появи k -го виду горючої речовини при j -ї реалізації впродовж часу, що аналізується, хв.

Б.2.4 У проектованих елементах об'єкта ймовірність ($Q_i(a_n)$) обчислюють для періоду нормальної експлуатації елемента, як ймовірність відмови технічного обладнання (виробів), що забезпечують неможливість реалізації a_n причин, за формулою:

$$Q_i(a_n) = 1 - P_i(a_n) = 1 - e^{-\lambda\tau}, \quad (\text{Б.8})$$

де $P_i(a_n)$ — ймовірність безвідмовної роботи виробничого устаткування (виробу), що виключає можливість реалізації a_n причини;

λ — інтенсивність відмов виробничого обладнання (виробу), що виключає ймовірність реалізації a_n причини, год⁻¹;

τ — загальний час роботи обладнання (виробу) за період часу, що аналізується, год.

Б.2.5 Дані про надійність обладнання (виробу) наведені в нормативно-технічних документах, стандартах і паспортах. Інтенсивність відмов елементів, приладів і апаратів наведена у розділі Б.5.

Б.2.6 За відсутності даних про параметри надійності обладнання (виробу), що аналізується, останні визначають розрахунковим методом на основі статистичних даних про відмови цього обладнання (виробу).

Б.2.7 Поява в i -му елементі об'єкта k -го виду окиснювача є наслідком реалізації будь-якої з b_n причин.

Ймовірність ($Q_i(OK_k)$) вираховують за формулою:

$$Q_i(OK_k) = 1 - \prod_{n=1}^z [1 - Q_i(b_n)], \quad (\text{Б.9})$$

де $Q_i(b_n)$ — ймовірності реалізації будь-якої з b_n причин, що наведені нижче;

$Q_i(b_1)$ — ймовірність того, що концентрація окиснювача, що подається в суміш i -го елемента об'єкта, більше допустимої по горючості;

$Q_i(b_2)$ — ймовірність підсосу окиснювача в i -й елемент з горючою речовиною;

$Q_i(b_3)$ — ймовірність постійної наявності окиснювача в i -му елементі об'єкта;

$Q(b_4)$ — ймовірність розкриття i -го елемента об'єкта з горючою речовиною без попереднього пропарювання (продування інертним газом);

z — кількість b_n причин, характерних для i -го елемента об'єкта;

n — порядковий номер причини.

Б.2.8 Ймовірність ($Q_i(b_n)$) реалізації подій, що обумовлюють можливість появи окиснювача k -го виду в небезпечній кількості, обчислюють для елементів, що проектується, за формулою (Б.8), а для споруджуваних і діючих елементів за формулою (Б.7).

Б.2.9 Ймовірність ($Q_i(b_2)$) підсосу окиснювача в апарат з горючою речовиною обчислюють як ймовірність спільної реалізації двох подій: перебування апарату під розрідженням (подія S_1) і розгерметизації апарату (подія S_2) за формулою:

$$Q_i(b_2) = Q_i(S_1) \cdot Q_i(S_2), \quad (\text{Б.10})$$

Б.2.10 Ймовірність ($Q_i(S_1)$) знаходження i -го елемента об'єкта під розрідженням в загальному випадку обчислюють за формулою (Б.7), при цьому приймають рівну одиниці, якщо елемент під час роботи знаходиться під розрідженням, і 0,5, якщо елемент з рівною періодичністю знаходиться під розрідженням і тиском.

Б.2.11 Ймовірність ($Q_i(S_2)$) розгерметизації i -го елемента на різних стадіях його розробки та експлуатації обчислюють за формулою (Б.7 і Б.8).

Б.2.12 Під час розрахунку ймовірності утворення в елементі об'єкта, що проектується, горючого середовища ($Q_i(\Gamma C)$) порушення режимного характеру не враховують.

Б.2.13 За необхідності враховують й інші події, що призводять до утворення горючого середовища.

Б.3 Розрахунок ймовірності появи джерела запалювання (ініціювання вибуху)

Б.3.1 Поява n -го джерела запалювання (ініціювання вибуху) в елементі об'єкта (подія $ДЗ_n$), що аналізується, обумовлено появою в ньому n -го енергетичного (теплого) джерела (подія $ТД_n$) з параметрами, достатніми для займання k -го горючого середовища (подія $З_n^k$). Ймовірність ($Q_i (ДЗ_n/ГС_k)$) появи n -го джерела запалювання в i -му елементі об'єкта обчислюють за формулою:

$$Q_i (ДЗ_n/ГС_k) = Q_i (ТД_n) \cdot Q_i (З_n^k), \quad (Б.11)$$

де $Q_i (ТД_n)$ — ймовірність появи в i -му елементі об'єкта впродовж року n -го енергетичного (теплого) джерела;

$Q_i (З_n^k)$ — умовна ймовірність того, що запалювальна здатність з'явився в i -му елементі об'єкта n -го енергетичного (теплого) джерела достатня для запалювання k -го горючого середовища, що знаходиться в цьому елементі.

Б.3.1.1 Розряд атмосферної електрики в елементі об'єкта, що аналізується, можливий або при ураженні об'єкта блискавкою (подія $С_1$), або при вторинному її впливі (подія $С_2$), або при занесенні в нього високого потенціалу (подія $С_3$).

Ймовірність ($Q_i (ТД_n)$) розряду атмосферної електрики в i -м елементі об'єкта обчислюють за формулою:

$$Q_i (ТД_n) = 1 - \prod_{n=1}^z [1 - Q_i (C_n)], \quad (Б.12)$$

де $Q_i (C_n)$ — ймовірність реалізації будь-якої з C_n причин, що наведені нижче;

$Q_i (C_1)$ — ймовірність ураження i -го елемента об'єкта блискавкою впродовж року;

$Q_i(C_2)$ — ймовірність повторної дії блискавки на i -й елемент об'єкта впродовж року;

$Q_i(C_3)$ — ймовірність заносу в i -й елемент об'єкта високого потенціалу впродовж року;

z — кількість Сп причин характерних для i -го об'єкту;

n — порядковий номер причини.

Б.3.1.2 Ураження i -го елемента об'єкта блискавкою можливо при спільній реалізації двох подій — прямого удару блискавки (подія u_2) і відсутності несправності, неправильного конструктивного виконання або відмови громовідводу (подія u_1). Імовірність ($Q_i(C_1)$) обчислюють за формулою:

$$Q_i(C_1) = Q_i(u_1) \cdot Q_i(u_2), \quad (\text{Б.13})$$

де $Q_i(u_1)$ — ймовірність відсутності несправності, неправильного конструктивного виконання або відмови громовідводу, що захищає i -й елемент об'єкта;

$Q_i(u_2)$ — ймовірність прямого ураження блискавкою в i -й елемент об'єкту впродовж року.

Б.3.1.3 Ймовірність ($Q_i(u_2)$) прямого удару блискавки в об'єкт обчислюється за формулою:

$$Q_i(u_2) = 1 - e^{-N_u \tau_p}, \quad (\text{Б.14})$$

де N_u — очікувана кількість прямих ударів блискавки в об'єкт за рік, що визначається за ДСТУ Б.В.2.5-38:2008;

τ_p — тривалість періоду спостереження, рік.

Висновок про відповідність основних параметрів блискавкозахисту встановленим вимогам до звичайних і спеціальних об'єктів роблять на підставі ДСТУ Б.В.2.5-38:2008. Основні вимоги до блискавкозахисту об'єктів наведені в додатку А до ДСТУ Б.В.2.5-38:2008. При наявності блискавкозахисту ймовірність ($Q_i(u_1)$) обчислюють за формулою:

$$Q_i(u_1) = \frac{K_6}{\tau_p} \cdot \sum_{j=1}^m \tau_j + (1 - \beta), \quad (\text{Б.17})$$

де K_δ — коефіцієнт безпеки, визначення якого викладено в розділі Б.4;
 τ_p — період часу, що аналізується, хв;
 τ_j — час існування несправності блискавкозахисту при j -ій її реалізації впродовж року, хв;

m — кількість несправних станів блискавкозахисту за період часу що аналізується;

β — ймовірність безвідмовної роботи блискавкозахисту залежно від зони захисту (залежно від зони захисту $\beta = 0,9; 0,99; 0,999$, що приймається згідно ДСТУ Б.В.2.5-38:2008) при наявності блискавкозахисту типу А і $\beta = 0,95$ при наявності блискавкозахисту типу Б).

Для об'єктів, що проектуються, ймовірність помилки під час проектування блискавкозахисту не розраховують.

При розрахунку $Q_i(u_1)$ існуючого блискавкозахисту порушення періодичності перевірки опору заземлювачів (один раз на два роки) розцінюють як знаходження блискавкозахисту в несправному стані. Час існування цієї несправності визначають як тривалість періоду між запланованим і фактичним термінами перевірки.

Б.3.1.5 Ймовірність ($Q_i(C_2)$) повторної дії блискавки на об'єкт обчислюють за формулою:

$$Q_i(C_2) = Q_i(u_2) \cdot Q_i(u_3), \quad (\text{Б.18})$$

де $Q_i(u_3)$ — ймовірність відмови захисного заземлення протягом року.

Б.3.1.6 Ймовірність ($Q_i(u_3)$) за відсутності захисного заземлення або перемичок в місцях зближення металевих комунікацій приймають рівній одиниці. Ймовірність ($Q_i(u_3)$) несправності існуючої системи захисту від повторної дії блискавки визначають на підставі результатів її обстеження аналогічно ймовірності ($Q_i(a_n)$) за формулою (Б.7).

Для об'єктів, що проектуються, ймовірність відмови несправності захисного заземлення не розраховується, а приймається рівною одиниці або нулю в залежності від її наявності в проекті.

Б.3.1.7 Ймовірність ($Q_i (C_3)$) заносу високого потенціалу в об'єкт, що захищається, обчислюють аналогічно ймовірності ($Q_i (C_2)$) за формулою (Б.18).

Б.3.1.8 Ймовірність $Q_i (u_2)$ при розрахунку ($Q_i (C_2)$) і ($Q_i (C_3)$) обчислюють за формулою (Б.17), причому значення параметрів S і L в формулах (Б.15 і Б.16) необхідно збільшити на 100 м.

Б.3.1.9 Електрична іскра (дуга) може з'явитися в елементі об'єкта (подія $ТД_n$), що аналізується, при короткому замиканні електропроводки (подія e_1), при проведенні електрозварювальних робіт (подія e_2), при іскрінні електрообладнання, що не відповідає за своїм виконанням категорії і групі горючого середовища, що знаходиться в цьому елементі (подія e_3), при розрядах статичної електрики (подія e_4).

Ймовірність ($Q_i (ТД_n)$) обчислюють за формулою:

$$Q_i(ТД_n) = 1 - \prod_{n=1}^z [1 - Q_i(e_n)], \quad (Б. 19)$$

де $Q_i (e_n)$ — ймовірність реалізації будь-якої із e_n причин, що наведені нижче;

$Q_i (e_1)$ — ймовірність появи іскор короткого замикання в електропроводки в i -му елементі впродовж року;

$Q_i (e_2)$ — ймовірність проведення електрозварювальних робіт у i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (e_3)$ — ймовірність невідповідності електрообладнання i -го елемента об'єкта категорії та групі горючого середовища впродовж року;

$Q_i (e_4)$ — ймовірність виникнення в i -му елементі об'єкта розрядів статичної електрики впродовж року;

z — кількість e_n причин характерних для i -го елемента об'єкту;

n — порядковий номер причини.

Б.3.1.10 Ймовірність ($Q_i (e_1)$) появи в i -му елементі об'єкта іскор короткого замикання обчислюють тільки для діючих і споруджуваних елементів об'єктів за формулою:

$$Q_i(e_1) = Q_i(V_1) \cdot Q_i(V_2) \cdot Q_i(V_3), \quad (Б. 20)$$

де $Q_i(V_1)$ — ймовірність виникнення короткого замикання електропроводки в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i(V_2)$ — ймовірність того, що значення електричного струму в i -му елементі об'єкта лежить в діапазоні пожежонебезпечних значень;

$Q_i(V_3)$ — ймовірність відсутності або відмови апаратів захисту від короткого замикання протягом року, що визначається згідно з п. Б.3.1.30.

Б.3.1.11 Ймовірність ($Q_i(v_1)$) короткого замикання електропроводки на діючих і споруджуваних об'єктах обчислюють на підставі статистичних даних за формулою (Б.7).

Б.3.1.12 Ймовірність ($Q_i(v_2)$) знаходження електричного струму в діапазоні пожежонебезпечних значень обчислюють за формулою:

$$Q_i(v_2) = \frac{I_2 - I_1}{I_{к.з} - I_0}, \quad (\text{Б. 21})$$

де $I_{к.з}$ — максимальне усталене значення струму короткого замикання в кабелі чи проводі;

I_0 — тривало допустимий струм для кабелю чи проводу;

I_1 — мінімальне пожежонебезпечне значення струму, що протікає по кабелю чи проводу;

I_2 — максимальне пожежонебезпечне значення струму, що протікає по кабелю, (якщо I_2 більше $I_{к.з}$, то приймають $I_2 = I_{к.з}$).

Значення струмів I_1 і I_2 визначають експериментально. Для кабелів і проводів з полівінілхлоридною ізоляцією $I_1 = 2,5 I_0$, а значення $I_2 = 21 I_0$ і $18 I_0$ для кабелю та проводу відповідно. У разі відсутності даних по I_1 і I_2 ймовірність ($Q_i(v_2)$) приймають рівною 1.

Б.3.1.13 Ймовірність ($Q_i(e_2)$) проведення в i -му елементі об'єкта електрозварювальних робіт обчислюють тільки для діючих і споруджуваних елементів об'єкта на основі статистичних даних по формулі (Б.7).

Б.3.1.14 Ймовірність ($Q_i(e_3)$) при безперервній роботі електроустаткування приймають на всіх об'єктах рівною одиниці, якщо електрообладнання не відповідає категорії та групі горючої суміші, або 10^{-8} — якщо відповідає. При

періодичній роботі електроустаткування і його невідповідності категорії і групі горючого середовища ймовірність ($Q_i(e_3)$) обчислюють аналогічно ймовірності ($Q_i(a_n)$) за формулою (Б.7). Якщо електрична іскра з'являється лише при ввімкненнях і вимкненнях електрообладнання, що не відповідає категорії і групі горючого середовища (при n ввімкненнях і вимкненнях), то ймовірність ($Q_i(e_3)$) обчислюють аналогічно ймовірності ($Q_i(u_2)$) за формулою (Б.14). У випадку відповідності електрообладнання горючого середовища, обчислене за формулою (Б.14) значення ймовірності ($Q_i(e_3)$) множать на 10^{-8} .

Б.3.1.15 Ймовірність ($Q_i(e_4)$) появи в i -му елементі об'єкта іскор статичної електрики обчислюють за формулою:

$$Q_i(e_4) = Q_i(X_1) \cdot Q_i(X_2), \quad (\text{Б.22})$$

де $Q_i(X_1)$ — ймовірність появи в i -му елементі умов для статичної електризації впродовж року;

$Q_i(X_2)$ — ймовірність наявності несправності, відсутності або неефективності засобів захисту від статичної електрики впродовж року.

Б.3.1.16 Ймовірність ($Q_i(X_1)$) приймають рівній одиниці, якщо в i -му елементі об'єкта застосовують і вибирають речовини з питомим об'ємним електричним опором, що перевищує 10^5 Ом·м. В інших випадках ($Q_i(X_1)$) приймають рівною нулю.

Б.3.1.17 Ймовірність ($Q_i(X_2)$) приймають рівній одиниці за відсутності або неефективності засобів захисту від статичної електрики. Ймовірність ($Q_i(X_2)$) несправності засобів захисту в діючих елементах обчислюють на підставі статистичних даних аналогічно ймовірності ($Q_i(a_n)$) за формулою (Б.7).

Ймовірність ($Q_i(X_2)$) в елементах об'єкта, що проектуються, обчислюють аналогічно ймовірності ($Q_i(a_n)$) за формулою (Б.8) на підставі даних про надійність проєктованих засобів захисту від статичної електрики (наприклад засобів іонізації або зволоження повітря тощо).

Б.3.1.18 Фрикційні іскри (іскри від удару та тертя) з'являються в аналогічному елементі об'єкта (подія $ТД_n$) при застосуванні іскробезпечного інструменту (подія f_1), при руйнуванні рухомих вузлів і деталей (подія f_2), при

застосуванні робочими взуття, підбитому металевими набійками та цвяхами (подія f_3), при попаданні в рухомі механізми сторонніх предметів (подія f_4) тощо, при ударі кришки металевого люка (подія f_5). Ймовірність ($Q_i(TD_n)$) обчислюють за формулою:

$$Q_i(TD_n) = 1 - \prod_{n=1}^z [1 - Q_i(f_n)], \quad (\text{Б. 23})$$

де $Q_i(f_n)$ — ймовірність реалізації будь-якої з f_n причин, наведених нижче;

$Q_i(f_1)$ — ймовірність застосування в i -му елементі об'єкта металевого, шліфувального чи іншого іскробезпечного інструменту впродовж року;

$Q_i(f_2)$ — ймовірність руйнування рухомих вузлів і деталей i -го елемента об'єкта впродовж року;

$Q_i(f_3)$ — ймовірність використання робочими взуття, підбитому металевими набійками та цвяхами в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i(f_4)$ — ймовірність попадання в рухомі механізми i -го елемента об'єкта сторонніх предметів впродовж року;

$Q_i(f_5)$ — ймовірність удару кришки металевого люка в i -му елементі об'єкта впродовж року;

z — кількість f_n причин характерних для i -го елемента об'єкту;

n — порядковий номер причини.

Б.3.1.19 Ймовірність ($Q_i(f_1)$) обчислюють тільки для діючих і споруджуваних елементів об'єкта на підставі статистичних даних аналогічних ймовірностей ($Q_i(a_n)$) і ($Q_i(u_2)$) за формулами (Б.7 або Б.14).

Б.3.1.20 Ймовірність ($Q_i(f_2)$) для діючих і споруджуваних елементів об'єкта обчислюють на підставі статистичних даних аналогічно ймовірності ($Q_i(a_n)$) за формулою (Б.7).

Для проєктованих елементів об'єкта ймовірність ($Q_i(f_2)$) обчислюють аналогічно ймовірності ($Q_i(a_n)$) за формулою (Б.8) на підставі параметрів надійності складових частин.

Б.3.1.21 Ймовірність ($Q_i (f_3)$) і ($Q_i (f_5)$) обчислюють тільки для діючих і споруджуваних елементів об'єкта аналогічно ймовірності ($Q_i (a_n)$) за формулою (Б.7).

Б.3.1.22 Ймовірність ($Q_i (f_4)$) обчислюють для діючих і споруджуваних елементів об'єкта на підставі статистичних даних аналогічно ймовірності ($Q_i (a_n)$) за формулою (Б.7), а для елементів, що проектується за формулою (Б.8), як ймовірність відмови захисних засобів.

Б.3.1.23 Відкрите полум'я й іскри з'являються в i -му елементі об'єкта (подія $ТД_n$) при реалізації будь-якої з причин h_n . Ймовірність ($Q_i (ТД_n)$) обчислюють за формулою:

$$Q_i(ТД_n) = 1 - \prod_{n=1}^z [1 - Q_1(h_n)], \quad (Б. 24)$$

де $Q_i (h_n)$ — ймовірність реалізації будь-якої з h_n причин, наведених нижче;

$Q_i (h_1)$ — ймовірність спалювання палива в печах i -го елемента об'єкта впродовж року;

$Q_i (h_2)$ — ймовірність проведення газозварювальних та інших вогневих робіт в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (h_3)$ — ймовірність недотримання режиму куріння в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (h_4)$ — ймовірність відсутності чи несправності іскрогасників на двигунах внутрішнього згорання, розташованих в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (h_5)$ — ймовірність використання робочими сірників, запальничок або пальників в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (h_6)$ — ймовірність викидів нагрітого газу з технічного обладнання в i -му елементі об'єкта впродовж року;

z — кількість h_n причин характерних для i -го елемента об'єкту;

n — порядковий номер причини.

Б.3.1.24 Ймовірність ($Q_i (h_1)$) вираховують для всіх елементів об'єкта за формулою:

$$Q_i(h_1) = \frac{K_\sigma}{\tau_p} \cdot \sum_{j=1}^m \tau_j, \quad (\text{Б. 25})$$

де K_σ — коефіцієнт безпеки, визначення якого наведено в розділі Б.4;

τ_p — період часу, що аналізується хв;

m — кількість включень печі впродовж періоду часу, що аналізується;

τ_j — час роботи печі i -го елемента об'єкта при j -му її включенні впродовж періоду часу, що аналізується, хв.

Б.3.1.25 Ймовірності $(Q_i(h_2))$, $(Q_i(h_3))$, $(Q_i(h_4))$, $(Q_i(h_5))$ і $(Q_i(h_6))$ обчислюють тільки для діючих і споруджуваних об'єктів на основі статистичних даних аналогічно ймовірності за формулою (Б.25).

Б.3.1.26 Нагрівання речовини, окремих вузлів і поверхонь технологічного обладнання i -го елемента об'єкта, що контактують з горючим середовищем, вище допустимої температури (подія ТД_n) можливе при реалізації будь-якої з K_n причин. Ймовірність обчислюють за формулою:

$$Q_i(\text{ТД}_n) = 1 - \prod_{n=1}^z [1 - Q_i(K_n)], \quad (\text{Б. 26})$$

где $Q_i(K_n)$ — ймовірність реалізації будь-якої з K_n причин, наведених нижче;

$Q_i(K_1)$ — ймовірність нагрівання горючої речовини або поверхні устаткування i -го елемента об'єкта при виникненні перевантаження електромережі, машин та апаратів впродовж року;

$Q_i(K_2)$ — ймовірність відмови системи охолодження апарату i -го елемента об'єкта впродовж року;

$Q_i(K_3)$ — ймовірність нагрівання поверхні та горючих речовин при виникненні підвищених перехідних опорів електричних з'єднань i -го елемента об'єкта впродовж року;

$Q_i(K_4)$ — ймовірність використання електронагрівальних приладів в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (K_5)$ — ймовірність нагрівання поверхні під час тертя в підшипниках в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (K_6)$ — ймовірність розігріву від тертя транспортних стрічок і приводних ременів в i -му елементі впродовж року;

$Q_i (K_7)$ — ймовірність нагрівання поверхні інструменту та матеріалів при обробці в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (K_8)$ — ймовірність нагрівання горючих речовин в i -му елементі об'єкта до небезпечних температур за умовами технологічного процесу впродовж року;

z — кількість K_n причин, характерних для i -го елементу об'єкту;

n — порядковий номер причини.

Б.3.1.27 Перевантаження електричних комунікацій, машин і апаратів (подія K_1) можлива при несправності або невідповідності апаратів захисту електричних мереж, а також при реалізації будь-якої з причин y_m .

Ймовірність ($Q_i (K_1)$) обчислюють за формулою:

$$Q_i(K_1) = \left\{ 1 - \prod_{m=1}^z [1 - Q_i(y_m)] \right\} \cdot Q_i(z), \quad (\text{Б. 27})$$

де $Q_i (y_m)$ — ймовірність реалізації будь-якої з y_m причин, наведених нижче;

$Q_i (y_1)$ — ймовірність невідповідності перерізу електропроводників навантаженн електроприймачів в i -му елементі впродовж року;

$Q_i (y_2)$ — ймовірність підключення додаткових електроприймачів в i -му елементі об'єкта в електропроводці, чи не розрахованої на це навантаження;

$Q_i (y_3)$ — ймовірність збільшення моменту на валу електродвигуна в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (y_4)$ — ймовірність підвищення напруги в мережі i -го елемента об'єкта впродовж року;

$Q_i (y_5)$ — ймовірність відключення фази (двофазний режим роботи в установках трифазного струму) в мережі i -го елемента об'єкта впродовж року;

$Q_i (y_6)$ — ймовірність зменшення опору електроприймачів в i -му елементі об'єкта впродовж року;

$Q_i (z)$ — ймовірність відсутності несправності або невідповідності апаратів захисту електричних систем i -го елемента об'єкта від перевантаження впродовж року;

z - кількість y_n причин, характерних для i -го елемента об'єкту;

n – порядковий номер причини.

Б.3.1.28 Ймовірності $(Q_i (y_1))$, $(Q_i (y_2))$, $(Q_i (y_4))$, $(Q_i (y_5))$, $(Q_i (y_6))$ обчислюють тільки для діючих і споруджуваних об'єктів аналогічно ймовірності $(Q_i (h_1))$ за формулою (60) Б.25).

Б.3.1.29 Ймовірність $(Q_i (y_3))$ обчислюють для діючих і споруджуваних об'єктів аналогічно ймовірності $(Q_i (h_1))$ за формулою (Б.25)), а для об'єктів, що проектується аналогічно ймовірності $(Q_i (a_n))$ за формулою (Б.8), як ймовірність заклинювання механізмів, що приводяться в дію електродвигуном.

Б.3.1.30 Ймовірність $(Q_i (z))$ обчислюють для діючих елементів об'єкта аналогічно ймовірності $(Q_i (h_1))$ за формулою (Б.25), для проєктованих елементів при відсутності апаратів захисту приймають рівній одиниці, а за їх наявності обчислюють аналогічно ймовірності $(Q_i (a_n))$ за формулою (Б.8).

Б.3.1.31 Ймовірності $(Q_i (K_2))$ обчислюють для проєктованих елементів об'єкта аналогічно ймовірності $(Q_i (a_n))$ за формулою (Б.8), як ймовірність відмови пристроїв, що забезпечують охолодження апарату, а для тих, що споруджуються та діючих елементів аналогічно ймовірності $(Q_i (h_1))$ за формулою (Б.25).

Б.3.1.32 Ймовірності $(Q_i (K_3))$, $(Q_i (K_4))$ і $(Q_i (K_6))$ обчислюють тільки для діючих і споруджуваних об'єктів аналогічно ймовірності $(Q_i (h_1))$ за формулою (Б.25).

Б.3.1.33 Ймовірності $(Q_i (K_5))$ і $(Q_i (K_7))$ обчислюють для елементів об'єкта, що проектується аналогічно ймовірності $(Q_i (a_n))$ за формулою (Б.8), як ймовірність відмови системи змащення механізмів i -го елемента, а для тих, що споруджуються та діючих елементів аналогічно ймовірності $(Q_i (h_1))$ за формулою (Б.25).

Б.3.1.34 Ймовірність ($Q_i (K_8)$) приймають рівній одиниці, якщо відповідно до технологічної необхідності відбувається нагрівання горючих речовин до небезпечних температур, або нулю, якщо такий процес не відбувається.

Ймовірність ($Q_i (ТД_n)$) появи в горючій речовині або матеріалі осередків екзотермічного окислення або розкладання, що призводять до самозаймання, обчислюють за формулою:

$$Q_i(ТД_n) = 1 - \prod_{n=1}^z [1 - Q_i(m_n)], \quad (Б.28)$$

де $Q_i (m_n)$ — ймовірність реалізації будь-якої з m_n причин, наведених нижче;

$Q_i (m_1)$ — ймовірність появи і i -му елементі об'єкта осередку теплового самозаймання впродовж року;

$Q_i (m_2)$ — ймовірність появи в i -му елементі об'єкта осередку хімічного займання впродовж року;

$Q_i (m_3)$ — ймовірність появи в i -му елементі об'єкта осередку мікробіологічного самозаймання впродовж року;

z — одна з причин.

Б.3.1.35 Ймовірність ($Q_i (m_1)$) розраховується для всіх елементів об'єкта за формулою:

$$Q_i(m_1) = Q_i(P_1) \cdot Q_i(P_2), \quad (Б.29)$$

де $Q_i (P_1)$ — ймовірність появи в i -му елементі об'єкта впродовж року речовин, схильних до теплового самозаймання;

$Q_i (P_2)$ — ймовірність нагрівання речовин, схильних до самозаймання, вище безпечної температури.

Б.3.1.36 Ймовірність ($Q_i (P_1)$) обчислюються для всіх елементів об'єкта за формулами (Б.25 або Б.8).

Б.3.1.37 Ймовірність ($Q_i (P_2)$) приймають рівній одиниці, якщо температура середовища, в якому знаходиться ця речовина, вище або дорівнює безпечній температурі або нулю, якщо температура середовища нижче безпечної температури.

Безпечну температуру середовища для речовин, схильних до теплового самозаймання (t_σ), °С, розраховують за формулою:

$$t_\sigma = 0,7t_c, \quad (\text{Б.30})$$

де t_c — температура самозаймання речовини, що обчислюється за п. Б.5.1.6, °С.

Б.3.1.38 Ймовірність ($Q_i(m_2)$) розраховується для всіх елементів об'єкта за формулою:

$$Q_i(m_2) = Q_i(g_1) \cdot Q_i(g_2), \quad (\text{Б.31})$$

де $Q_i(g_1)$ — ймовірність появи в i -му елементі об'єкта хімічно активних речовин, що реагують між собою з виділенням великої кількості тепла, впродовж року;

$Q_i(g_2)$ — ймовірність контакту хімічно активних речовин впродовж року.

Б.3.1.39 Ймовірності ($Q_i(g_1)$) і ($Q_i(g_2)$) обчислюють аналогічно ймовірності ($Q_i(h_1)$) за формулою (Б.25), якщо реалізація подій g_1 і g_2 обумовлена технологічними умовами чи заходами організаційного характеру й обчислюють аналогічно ймовірності $Q_i(a_n)$ за формулою (Б.8), якщо ці події залежать від надійності обладнання.

Б.3.1.40 Ймовірність ($Q_i(m_3)$) розраховують для діючих і споруджуваних об'єктів аналогічно ймовірності ($Q_i(h_1)$) за формулою (Б.25).

Б.3.2 Ймовірність ($Q_i(B_n^k)$) того, що займання з'явилося в i -му елементі об'єкта n -го енергетичного (теплового) джерела достатня для запалювання k -го горючого середовища, що знаходиться в цьому елементі, визначається експериментально або порівнянням параметрів енергетичного (теплового) джерела з відповідними показниками пожежної небезпеки горючого середовища.

Б.3.2.1 Якщо дані для визначення ($Q_i(B_n^k)$) відсутні або їх достатність викликає сумнів, то значення ймовірності ($Q_i(B_n^k)$) приймають рівним 1.

Б.3.2.2 Ймовірність ($Q_i(B_n^k)$) приймають рівною нулю в наступних випадках:

якщо джерело не здатне нагріти речовину вище 80 % значення температури самозаймання речовини або температури самозаймання речовини, що має схильність до теплового самозаймання;

якщо енергія, передана тепловим джерелом горючій речовині (паро-, газо-, пилоповітряній суміші) нижче 40 % мінімальної енергії займання;

якщо за час охолодження теплового джерела воно не здатне нагріти горючі речовини вище температури займання;

якщо час впливу теплового джерела менше суми періоду індукції горючого середовища та часу нагрівання локального об'єму цього середовища від початкової температури до температури займання.

Б.3.3 Дані про пожежонебезпечних параметрах джерел запалювання наведені в розділі Б.5.

3.4 При обґрунтуванні неможливості розрахунку ймовірності появи джерела запалювання в розглянутому елементі об'єкта з урахуванням конкретних умов його експлуатації допускається обчислювати цей параметр за формулою:

$$Q_i(\text{ДЗ}) = 1 - e^{-(\tau/\tau_{\text{ДЗ}})}, \quad (\text{Б.32})$$

де τ — час роботи i -го елемента об'єкта за період часу, що аналізується, год;

$\tau_{\text{ДЗ}} = 3,03 * 10^4 E_0^{1,2}$ — середній час роботи i -го елемента об'єкта до появи одного джерела запалювання, год; (E_0 - мінімальна енергія запалювання горючого середовища i -го елемента об'єкта, Дж).

Б.3.5 При необхідності враховують й інші події, що призводять до появи джерела запалювання.

Б.4 Визначення коефіцієнту безпеки K_σ

Б.4.1 Розраховують середній час існування пожежовибухонебезпечної події (τ_0) (середній час знаходження в стані відмови) за формулою:

$$\tau_0 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \tau_j, \quad (\text{Б.33})$$

де τ_j – час існування i -ї пожежовибухонебезпечної події, хв.;

m – загальна кількість подій (виробів);

j – порядковий номер події (виробу).

Б.4.2 Точкову оцінку дисперсії (D_0) середнього часу існування пожежовибухонебезпечної події визначають за формулою:

$$D_0 = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (\tau_j - \tau_0)^2, \quad (\text{Б.34})$$

Б.4.3 Середнє квадратичне відхилення (σ_{τ_0}) точкової оцінки середнього часу існування події - τ_0 розраховують за формулою:

$$\sigma_{\tau_0} = \sqrt{D_0} = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (\tau_j - \tau_0)^2}, \quad (\text{Б.35})$$

Б.4.4 З таблиці Б.2 обирають значення коефіцієнта t_β в залежності від кількості ступенів свободи ($m-1$) при довірчій ймовірності $\beta=0,95$.

Таблиця Б.2

$m-1$	1	2	від 3 до 5	від 6 до 10	від 11 до 20	20
t_β	12,71	4,30	3,18	2,45	2,20	2,09

Б.4.5 Коефіцієнт безпеки K_6 (коефіцієнт, який враховує відхилення значення параметра τ_0 , розрахованого за формулою (Б.33), від його істинного значення) визначають за формулою:

$$K_6 = 1 + \frac{t_\beta \sigma_{\tau_0}}{\tau_0}, \quad (\text{Б.36})$$

Б.4.6 При реалізації впродовж року лише однієї події коефіцієнт безпеки приймають рівним одиниці.

Б.5. Визначення пожежонебезпечних параметрів теплових джерел інтенсивності відмов елементів

Б.5.1. Пожежонебезпечні параметри теплових джерел

5.1.1. Розряд атмосферної електрики

5.1.1.1 Прямий удар блискавки

Небезпека прямого удару блискавки полягає в контакті горючого середовища з каналом блискавки, температура в якому досягає 30000 °С при силі струму 200000 А та часу дії близько 100 мкс. Від прямого удару блискавки спалахує будь-яке горюче середовище.

5.1.1.2. Вторинний вплив блискавки

Небезпека вторинного впливу блискавки полягає в іскрових розрядах, що виникають в результаті індукційного і електромагнітного впливу атмосферної електрики на виробниче обладнання, трубопроводи та будівельні конструкції. Енергія іскрового розряду перевищує 250 мДж та достатня для займання горючих речовин з мінімальною енергією запалювання до 0,25 Дж.

5.1.1.3. Занесення високого потенціалу

Занесення високого потенціалу в будівлю відбувається по металевим комунікаціям не тільки за прямого ураження блискавкою, але і при розташуванні комунікацій в безпосередній близькості від блискавководводу. При дотриманні безпечних відстаней між блискавковододами і комунікаціями енергія можливих іскрових розрядів досягає значень 100 Дж і більше, тобто достатня для займання будь-яких горючих речовин.

5.1.2. Електрична іскра (дуга)

5.1.2.1. Термічна дія струмів короткого замикання

Температуру провідника ($t_{\text{пр}}$), °С, що нагрівається струмом короткого замикання, обчислюють за формулою

$$t_{\text{пр}} = t_n + \frac{I_{\text{к.з}}^2 \cdot R \cdot \tau_{\text{к.з}}}{C_{\text{пр}} \cdot m_{\text{пр}}}, \quad (\text{Б.37})$$

де $t_{\text{п}}$ - початкова температура провідника, °С;
 $I_{\text{к.з.}}$ - струм короткого замикання, А;
 R - опір провідника, Ом;
 $\tau_{\text{к.з.}}$ - час короткого замикання, с;
 $C_{\text{пр}}$ - теплоємність провідника, Дж/кг·°К;
 $m_{\text{пр}}$ - маса провідника, кг.

Займистість кабелю та провідника з ізоляцією залежить від значення кратності струму короткого замикання $I_{\text{к.з.}}$, тобто від значення відношення $I_{\text{к.з.}}$ до допустимого струму кабелю або проводу. Якщо ця кратність більше 2,5, але менше 18 для кабелю та 21 для проводу, то відбувається займання полівінілхлоридної ізоляції.

5.1.2.2. Електричні іскри (краплі металу)

Електричні іскри (краплі металу) утворюються при короткому замиканні електропроводки, електрозварюванні та при плавленні електродів електричних ламп розжарювання загального призначення. Розмір крапель металу при цьому досягає 3 мм (при стельовому зварюванні - 4 мм). При короткому замиканні і електрозварюванні частинки вилітають у всіх напрямках, і їх швидкість не перевищує 10 і 4 м·с⁻¹ відповідно. Температура крапель залежить від виду металу та дорівнює температурі плавлення. Температура крапель алюмінію при короткому замиканні досягає 2500 °С, температура зварювальних частинок і нікелевих частинок ламп розжарювання досягає 2100 °С. Розмір крапель при різанні металу досягає 15-26 мм, швидкість - 1 м·с⁻¹, температура 1500 °С. Температура дуги при зварюванні та різанні досягає 4000 °С, тому дуга є джерелом запалювання будь-яких горючих речовин.

Зона розльоту частинок при короткому замиканні залежить від висоти розташування проводу, початкової швидкості польоту частинок, кута вильоту та носить імовірносний характер. При висоті розміщення проводу 10 м ймовірність попадання частинок на відстань 9 м становить 0,06; 7 м - 0,45 і 5 м - 0,92; при висоті розміщення 3 м ймовірність попадання частинок на відстань 8 м становить 0,01, 6 м - 0,29 і 4 м - 0,96, а при висоті 1 м ймовірність розльоту частинок на 6 м - 0,06, 5 м - 0,24, 4 м - 0,66 і 3 м - 0,99.

Кількість теплоти, яку крапля металу здатна віддати горючому середовищу при охолодженні до температури її samozаймання, розраховують таким способом.

Середню швидкість польоту краплі металу при вільному падінні (ω_k), $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, обчислюють за формулою

$$\omega_k = 0,5 \cdot \sqrt{2gH}, \quad (\text{Б.38})$$

де $g = 9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$ - прискорення вільного падіння;

H - висота падіння, м.

Обсяг краплі металу (V_k), м^3 , обчислюють за формулою

$$V_k = \frac{\pi d_k^3}{6} = 0,524 d_k^3, \quad (\text{Б.39})$$

де d_k - діаметр краплі, м.

Масу краплі (m_k), кг, обчислюють за формулою

$$m_k = V_k \cdot \rho_k, \quad (\text{Б.40})$$

де ρ - густина металу, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$.

Залежно від тривалості польоту краплі можливі три її стану: рідке, кристалізації, тверде.

Час польоту краплі в розплавленому (рідкому) стані (τ_p), с, розраховують за формулою

$$\tau_p = \frac{C_p \cdot m_k}{\alpha \cdot S_k} \ln \frac{T_n - T_0}{T_{пл} - T_0}, \quad (\text{Б.41})$$

де C_p - питома теплоємність розплаву металу, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$;

m_k - маса краплі, кг;

$S_k = 0,785 d_k^2$ - площа поверхні краплі, м^2 ;

$T_{\text{п}}, T_{\text{пл}}$ - температура краплі на початку польоту і температура плавлення металу відповідно, К;

T_0 - температура навколишнього середовища (повітря), К;

α - коефіцієнт тепловіддачі, Вт, $\text{м}^{-2} \text{К}^{-1}$.

Коефіцієнт тепловіддачі визначають в такій послідовності:

а) обчислюють число Рейнольдса за формулою

$$\text{Re} = \frac{\omega_k \cdot d_k}{\nu}, \quad (\text{Б.42})$$

де d_k - діаметр краплі м;

$\nu = 15,1 \cdot 10^{-6}$ - коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря при температурі 20 °С, $\text{м}^2/\text{с}^{-1}$.

б) обчислюють критерій Нуссельта за формулою

$$N_u = 0,62 \cdot \text{Re}^{0,5}, \quad (\text{Б.43})$$

в) обчислюють коефіцієнт тепловіддачі за формулою

$$d = \frac{\text{Nu} \cdot \lambda_B}{d_k}, \quad (\text{Б.44})$$

де $\lambda_B = 22 \cdot 10^{-3}$ - коефіцієнт теплопровідності повітря, Вт $\cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$.

якщо $\tau \leq \tau_p$, то кінцеву температуру краплі визначають за формулою

$$T_{\text{кін}} = T_0 + (T_n - T_0) \cdot \exp\left(-\frac{d \cdot S_k}{C_p \cdot m_k} \cdot \tau\right). \quad (\text{Б.45})$$

Час польоту краплі, впродовж якого відбувається її кристалізація, визначають за формулою

$$\tau_{кр} = \frac{m_k \cdot C_{кр}}{\lambda \cdot S_k \cdot (T_{пл} - T_0)}, \quad (Б.46)$$

де $C_{кр}$ - питома теплота кристалізації металу, Дж·кг⁻¹.

якщо $\tau_p < \tau \leq (\tau_p + \tau_{кр})$, то кінцеву температуру краплі визначають за формулою

$$T_{кін} = T_{пл}. \quad (Б.47)$$

якщо $\tau > (\tau_p + \tau_{кр})$, то кінцеву температуру краплі в твердому стані визначають за формулою

$$T_{кін} = T_0 + (T_{пл} - T_0) \cdot \exp \left\{ -\frac{\lambda \cdot S_k}{C_k \cdot m_k} [\tau \cdot (\tau_p + \tau_{кр})] \right\}, \quad (Б.48)$$

де C_k - питома теплоємність металу, Дж·кг⁻¹·К⁻¹

Кількість тепла (W), Дж, що віддається краплею металу твердому або рідкому горючому матеріалу, на який вона потрапила, обчислюють за формулою

$$W = V_k \cdot \rho_k \cdot C_k \cdot (T_{кін} - T_{сз}) \cdot K, \quad (Б.49)$$

де $T_{сз}$ - температура самозаймання горючого матеріалу, К;

K - коефіцієнт, що дорівнює відношенню тепла, відданого горючій речовині, до енергії, що накопичена в краплі.

Якщо відсутня можливість визначення коефіцієнта K , то приймають $K = 1$.

Більш суворе визначення кінцевої температури краплі може бути проведено при урахуванні залежності коефіцієнта тепловіддачі від температури.

5.1.2.3. Електричні лампи розжарювання загального призначення

Пожежна небезпека світильників обумовлена можливістю контакту горючого середовища з колбою електричної лампи розжарювання, нагрітої вище температури самозаймання горючого середовища. Температура нагріву колби

електричної лампочки залежить від потужності лампи, її розмірів і розташування в просторі. Залежність максимальної температури на колбі горизонтально розташованої лампи від її потужності і часу наведена на рис. 3.

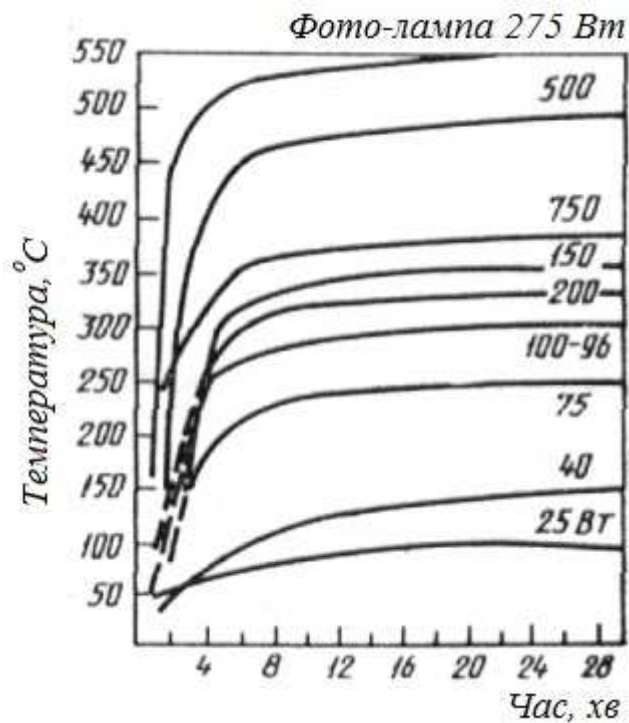


рис. 3

5.1.2.4. Іскри статичної електрики

Енергію іскри (W_i), Дж, здатної виникнути під дією напруги між пластиною та будь-яким заземленим предметом, обчислюють за накопиченою конденсатором енергії за формулою.

$$W_i = 0,5 \cdot C \cdot U^2, \quad (\text{Б.50})$$

де C - ємність конденсатора, Ф;

U - напруга, В.

Різниця потенціалів між зарядженим тілом і землею вимірюють електрометрами в реальних умовах виробництва.

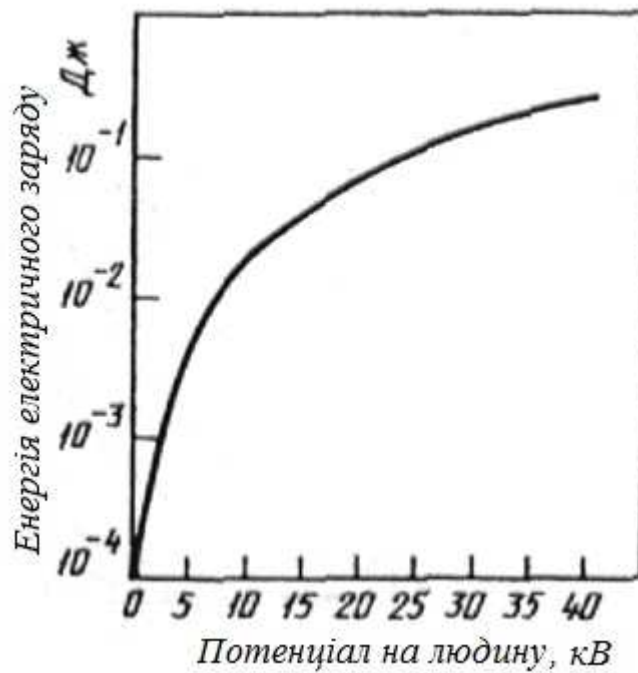


рис. 4

Якщо $W_i \geq 0,4 W_{\text{м.е.з.}}$ ($W_{\text{м.е.з.}}$ - мінімальна енергія запалювання середовища), то іскру статичної електрики розглядають як джерело запалювання.

Реальну небезпеку становить "контактна" електризація людей, які працюють з рухомими діелектричними матеріалами. При зіткненні людини із заземленим предметом виникають іскри з енергією від 2,5 до 7,5 мДж. Залежність енергії електричного розряду від потенціалу статичної електрики на тілі людини наведено на рис. 4.

5.1.3. Механічні (фрикційні) іскри (іскри від удару і тертя)

Розміри іскор удару та тертя, що представляють собою розпечену до світіння частинку металу або каменю, зазвичай не перевищують 0,5 мм, а їхня температура знаходиться в межах температури плавлення металу. Температура іскор, що утворюються при зіткненні металів, здатних вступати в хімічну взаємодію один із одним з виділенням значної кількості тепла, може перевищувати температуру плавлення і тому її визначають експериментально або розрахунком.

Кількість теплоти, що віддається іскрою при охолодженні від початкової температури $t_{\text{поч}}$ до температури самозаймання горючої середовища $t_{\text{сз}}$ обчислюють але формулою (84), а час охолодження Δt - наступним чином.

В температур (Θ_n) обчислюють за формулою

$$\Theta_n = \frac{t_{\text{поч}} - t_{\text{сз}}}{t_{\text{поч}} - t_{\text{пов}}}, \quad (\text{Б.51})$$

де $t_{\text{пов}}$ - температура повітря, °С.

Коефіцієнт тепловіддачі (λ), Вт·м⁻²·К⁻¹, обчислюють за формулою

$$\lambda = 188 \cdot \sqrt{W_i}, \quad (\text{Б.52})$$

де W_i - швидкість польоту іскри, м·с⁻¹.

Швидкість іскри (W_i), що утворюється при ударі вільно падаючого тіла, обчислюють за формулою

$$W_i = \sqrt{2gH}, \quad (\text{Б.53})$$

а при ударі об тіло, що обертається по формулі

$$W_i = 2\pi \cdot n \cdot R, \quad (\text{Б.54})$$

де n - частота обертання, с⁻¹;

R - радіус тіла, що обертається, м.

Швидкість польоту іскор, що утворюються при роботі з ударним інструментом, приймають рівною 16 м·с⁻¹, а тих, що висікаються при ходьбі у взутті, підбитому металевими набійками або цвяхами, 12 м·с⁻¹.

Критерій Біо обчислюють за формулою

$$Bi = \frac{\alpha d}{\lambda_i} \quad (Б.55)$$

де d_i - діаметр іскри, м;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності металу іскри при температурі самозаймання горючої речовини (t_{cz}), Вт · м⁻¹ · К⁻¹.

За значеннями відносної надлишкової температури θ_n і критерію Bi визначають за графіком (рис. 5) критерій Фур'є.

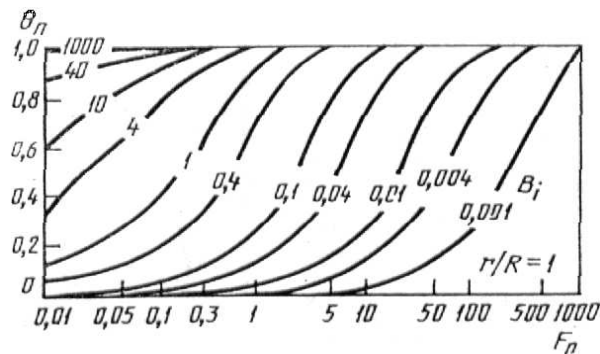


рис. 5

Тривалість охолодження частки металу (τ), с, обчислюють за формулою

$$\tau = \frac{F_0}{\lambda_i} \cdot d_i^2 \cdot C_i \cdot \rho_i, \quad (Б.56)$$

де F_0 - критерій Фур'є;

C_i - теплоємність металу іскри при температурі самозаймання горючої речовини, Дж · кг⁻¹ · К⁻¹.

ρ_i - густина металу іскри при температурі самозаймання горючої речовини, кг · м⁻³.

При наявності експериментальних даних про підпалюючу здатність фрикційних іскор висновок про їх небезпеку для аналізованого горючого середовища допускається робити без проведення розрахунків.

5.1.4. Відкрите полум'я і іскри двигунів (печей)

Пожежна небезпека полум'я зумовлена інтенсивністю теплового впливу

(густина теплового потоку), площею впливу, орієнтацією (взаємним розташуванням), періодичністю і часом його впливу на горючі речовини. Густина теплового потоку дифузійного полум'я (сірники, свічки, газового пальника) становить 18-40 кВт·м⁻², а попередньо перемішаних (паяльні лампи, газові пальники) 60-140 кВт·м⁻². В табл. 6 наведені температурні та тимчасові характеристики деякого полум'я і низькокалорійних джерел тепла.

Таблиця 6

Назва речовини (виробу), що горить, або пожежонебезпечної операції	Температура полум'я (тління або нагрівання), °С	Час горіння (тління), хв
Легкозаймисті та горючі рідини	880	-
Деревина та лісопиломатеріали	1000	-
Природні та зріджені гази	1200	-
Газове зварювання металу	3150	-
Газове різання металу	1350	-
Тліюча цигарка	320-410	2-2,5
Тліюча сигара	420-460	26-30
Сірник, що горить	620-835	0,33

Відкрите полум'я небезпечне не тільки при безпосередньому контакті з горючим середовищем, а й при його опроміненні. Інтенсивність опромінення (g_p), Вт·м⁻², обчислюють за формулою

$$g_p = 5,7 \varepsilon_{\text{пр}} \cdot \left[\left(\frac{T_{\phi}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{гр}}}{100} \right)^4 \right] \cdot \varphi_1, \quad (\text{Б.57})$$

де φ_1 5,7 - коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла, Вт·м⁻²·К⁻⁴;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ - приведена ступінь чорноти системи

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \left(\frac{1}{\varepsilon_{\phi}} + \frac{1}{\varepsilon_{\epsilon}} - 1 \right), \quad (\text{Б.58})$$

ε_{ϕ} - ступінь чорноти факела (при горінні дерева дорівнює 0,7,

нафтопродуктів 0,85);

ε_p - ступінь чорноти речовини, що опромінюється приймають по довідковій літературі;

T_{ϕ} - температура факела полум'я, К,

$T_{гр}$ - температура горючої речовини, К;

$\phi_{1\phi}$ - коефіцієнт опромінення між випромінюючої і опроміненою поверхнями.

Критичні значення інтенсивності опромінення в залежності від часу опромінення для деяких речовин наведено в табл. 7.

Пожежна небезпека іскор пічних труб, котельних, труб паровозів і тепловозів, а також інших машин, багать, в значній мірі визначається їх розміром і температурою. Встановлено, що іскра діаметром 2 мм пожежонебезпечна, якщо має температуру близько 1000 °С, діаметром 3 мм - 800 °С, діаметром 5 мм - 600 °С.

Тепломісткість і час охолодження іскри до безпеки температури обчислюють за формулами (Б.41 і Б.56). При цьому діаметр іскри приймають 3 мм, а швидкість польоту іскри (ω_i), м·с⁻¹, обчислюють за формулою

$$\omega_i = \sqrt{0,5\omega_g^2 + 5H}, \quad (\text{Б.59})$$

де ω_v - швидкість вітру, м·с⁻¹;

H - висота труби, м.

Таблиця 7

Назва матеріал	Мінімальна інтенсивність опромінення, Вт·м ⁻² , при тривалості опромінення, хв		
	3	5	15
Деревина (сосна вологістю 12%)	18800	16900	13900
Дерев'яно-стружкові плити щільністю 417 кг м ³	13900	11900	8300
Торф брикетний	31500	24400	13200
Торф кусковий	16600	14350	9800
Бавовна-волокно	11000	9700	7500
Шорсткий пластик	21600	19100	15400

Склопластик	19400	18600	17400
Пергамін	22000	19750	17400
Гума	22600	19200	14800
Вугілля	□	35000	35000

5.1.5. Нагрівання речовин, окремих вузлів і поверхонь технологічного обладнання

Температуру нагрівання електропроводу при виникненні перевантаження ($t_{ж}$), °С, обчислюють за формулою

$$t_{ж} = t_{ср.н} + \left(\frac{I_{\phi}}{I_{доп}} \right)^2 \cdot (t_{ж.н} - t_{ср.н}), \quad (Б.60)$$

де $t_{ср.н}$ - нормативна температура середовища для прокладки проводу, приймається відповідно до правил електрообладнання, °С;

I_{ϕ} - фактичний струм в провіднику, А;

$T_{ж.н}$ - нормативна температура жили електропроводу, °С;

$I_{доп}$ - допустимий струм в провіднику, А.

Температура газу при стисненні в компресорі і відсутності його охолодження (T_{κ}), К, обчислюють за формулою

$$T_{\kappa} = T_n \cdot \left(\frac{P_{\kappa}}{P_n} \right)^{(\kappa-1)/\kappa} \quad (Б.61)$$

де T_n - температура газу на початку стиснення, К;

P_{κ}, P_n - тиск газу в кінці та на початку стиснення, кг/м²;

κ - показник адіабати (дорівнює 1,67 і 1,4 відповідно для одно- і двоатомних газів).

Для багатоатомних газів показник адіабати обчислюють за формулою

$$k = C_p / C_{\sigma}, \quad (Б.62)$$

де C_p, C_σ - ізобарна і ізохорна питомі масові теплоємності газів, Дж·кг⁻¹·К⁻¹.

Температуру нагрівання електричних контактів при виникненні підвищених перехідних опорів ($t_{н.к.}$), °С, обчислюють за формулою

$$t_{н.к.} = t_{cp} + \frac{P}{S\alpha_{заг}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau_k}} \right), \quad (Б.63)$$

де t_{cp} - температура середовища, °С;

τ - час, с;

τ_k - постійна часу нагрівання контактів, с;

P - електрична потужність, що виділяється в контактних переходах, Вт;

S - площа поверхні теплообміну, м²;

$\alpha_{заг}$ - загальний коефіцієнт тепловіддачі, Вт·м⁻²·К⁻¹.

До максимальної температури контакти нагріваються за час

$$\tau \approx 5\tau_k. \quad (Б.64)$$

Електричну потужність (P), що виділяється в контактних переходах обчислюють за формулою

$$P = I \cdot \sum_{i=1}^n U_i, \quad (Б.65)$$

де I - струм в мережі, А;

U_i - падіння напруги в i -й контактній парі в електричному контакті, В;

n - кількість контактних пар в контакті.

Значення падіння напруги на контактних парах U_i для деталей з деяких матеріалів наведені в табл. 8.

Таблиця 8

Назва матеріалу	алюміній	графіт	латунь	мідь	сталь
алюміній	0,28				
графіт	3,0	3,0			
латунь	0,63	2,4	0,54		
мідь	0,65	3,0	0,60	0,65	
сталь	1,4	1,6	2,1	3,0	2,5

Коефіцієнт теплообміну обчислюють залежно від температури контактів за формулами:

$$\alpha_{\text{заг}} = 4,07 \cdot \sqrt[3]{t_{\text{н.к}} - t_{\text{ср}}}, \text{ якщо } t_{\text{н.к}} \leq 60^{\circ} \text{C}; \quad (\text{Б.66})$$

$$\alpha_{\text{заг}} = 11,63 e^{0,0023 t_{\text{н.к}}}, \text{ якщо } t_{\text{н.к}} > 60^{\circ} \text{C}. \quad (\text{Б.67})$$

Постійну часу нагрівання контактів обчислюють за формулою

$$\tau_{\text{к}} = \frac{C_m}{S \alpha_{\text{заг}}}, \quad (\text{Б.68})$$

де C - питома масова теплоємність металу контактів, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$;

m - маса контактів кг.

Розрахунок $t_{\text{н.к.}}$ проводять в наступній послідовності. Для заданої температури $t_{\text{н.к.}}$ обчислюють $\alpha_{\text{заг}}$ і C , а потім за формулою (98) обчислюють $t_{\text{н.к.}}$. Якщо вибране і обчислене значення $t_{\text{н.к.}}$ відрізняються більш ніж на 5%, то обчислення необхідно повторити.

Температуру підшипника ковзання при відсутності змащення і примусового охолодження ($t_{\text{п.к.}}$), $^{\circ}\text{C}$, обчислюють за формулою

$$t_{n.c.} = t_{cp} + \frac{\alpha}{\alpha_{zag}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau_{пост}}} \right), \quad (Б.69)$$

де t_{cp} - температура середовища, °С;

$\alpha = 0,44 f N d n$ - коефіцієнт потужності, Вт;

f - коефіцієнт тертя ковзання;

N - сила, що діє на підшипник, кг;

d - діаметр шипа вала, м;

n - частота обертання валу, хв⁻¹;

S - площа поверхні теплообміну (поверхонь підшипника, що омивається повітрям), м²;

τ - час роботи підшипника, с;

$\tau_{пост} = \frac{mC}{\alpha_{zag} \cdot S_m}$ - постійна часу нагріву підшипника, с;

m - маса підшипника, кг.

Час нагріву підшипника (τ), с, до заданої температури обчислюють за формулою

$$\tau = \tau_n \ln \cdot \left[\frac{\alpha}{\alpha - \alpha_{zag} \cdot S(t_{n.c} - t_{cp})} \right]. \quad (Б.70)$$

практично при $\tau = 5\tau_n$ температура підшипника досягає максимального значення, що обчислюється за формулою

$$t_{max} \approx t_{cp} + \frac{\alpha}{\alpha_{zag} \cdot S}. \quad (Б.71)$$

У формулах (Б.71, Б.72, Б.73) коефіцієнт теплообміну α_{zag} обчислюють за формулами (Б.66 або Б.67).

Послідовність розрахунку температури підшипника аналогічна розрахунку температури нагрівання контактів.

5.1.6. Нагрівання речовин при самозайманні

Мінімальну температуру середовища, за якої відбувається теплове самозаймання, обчислюють за формулою

$$\lg t_c = A_p + n_p \lg S, \quad (\text{Б.72})$$

а час нагрівання речовини до моменту самозаймання з виразу

$$\lg \tau_c = \frac{1}{n_B} \cdot (A_B - \lg t_c), \quad (\text{Б.73})$$

де t_c - температура навколишнього середовища, °С;

τ_c - час нагрівання, ч;

A_p, A_B, n_p, n_B - емпіричні константи;

S - питома поверхня тіл, м^{-1} .

$$S = \frac{F}{V} = 2 \cdot \left(\frac{1}{l} + \frac{1}{b} + \frac{1}{h} \right), \quad (\text{Б.74})$$

де F - повна зовнішня поверхня тіла, м^2 ;

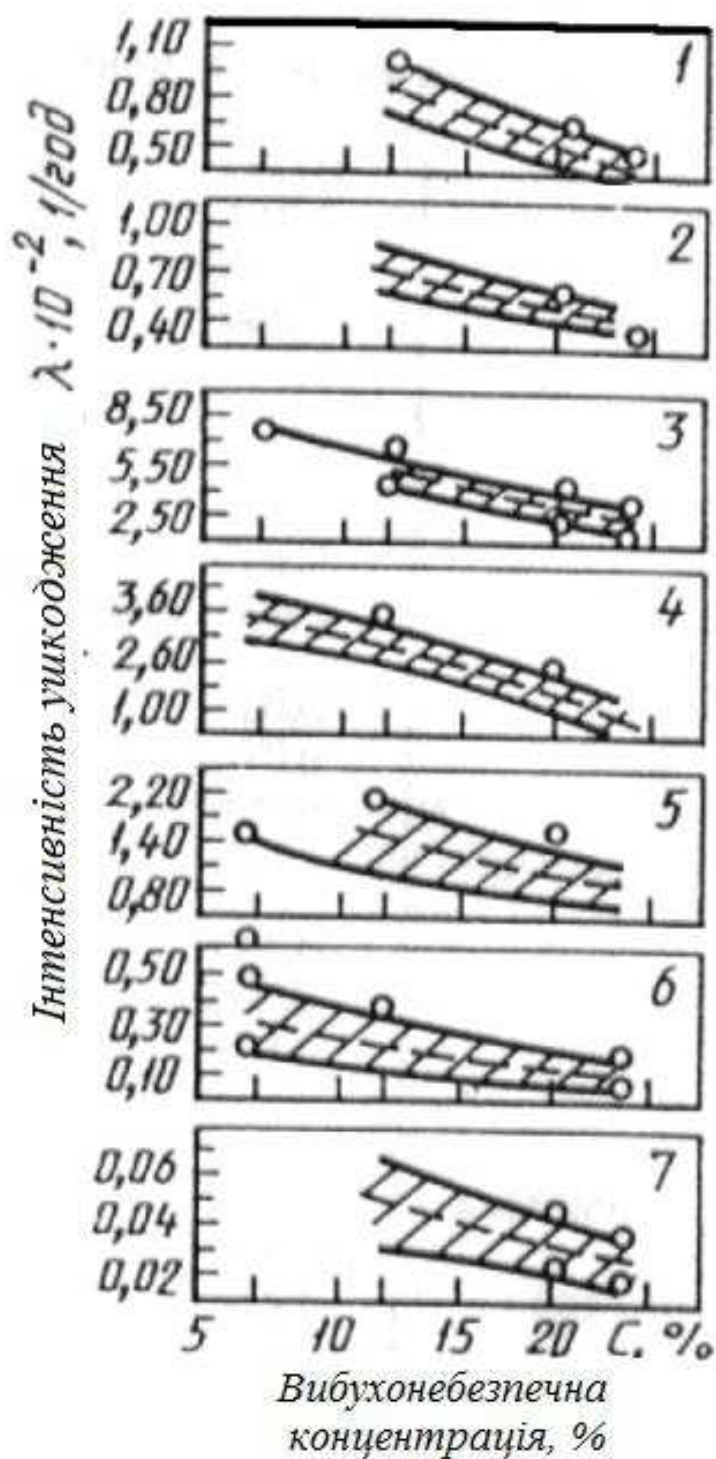
V - об'єм тіла, м^3 ;

l, b, h - розміри тіла уздовж відповідної координатної осі, м; наприклад, для прямокутного паралелепіпеда, l - довжина, b - ширина, h - висота; для циліндра: $l = b = D$ h - висота; для кулі: $l = b = h = D$ і т. д.

5.2. Інтенсивність відмов елементів обладнання, приладів і апаратів

Залежність інтенсивності пошкоджень обладнання, що призводять до вибуху, від вибухонебезпечної концентрації для виробництва дивинилу, метану,

етилену і аміаку приведена на рис. 6.



min і max \square

- - - середні значення

1 - фланці; 2 - засувки; 3 - скрубери; 4 - осушувачі;

5 - конденсатори; 6 - ємності; 7 - труби

рис. 6

Інтенсивність відмов різних елементів технологічних апаратів і захисних пристроїв визначають по табл. 9, 10.

Таблиця 9

Інтенсивність відмови елементів

Назва елемента	Інтенсивність відмов ($\lambda \cdot 10^6$), ч ⁻¹		
	нижня межа	Середнє значення	Верхня межа
механічні елементи			
Гільзи	0,02	0,045	0,08
Диференціали	0,012	1,00	1,58
Затискачі	0,0003	0,0005	0,0009
Кільця змінного перерізу	0,045	0,55	3,31
Коробки колінчастого вала	0,1	0,9	1,8
Коробки передач:			
з'єднувальні	0,11	0,2	0,36
секторні	0,051	0,912	1,8
швидкісні	0,087	2,175	4,3
Корпуси	0,03	1,1	2,05
муфти:			
зчеплення	0,04	0,06	1,1
ковзання	0,07	0,3	0,94
Обмежувачі	0,165	0,35	0,783
Обмежувальні змінні кільця	-	0,36	-
Противаги:			
великі	0,13	0,3375	0,545
малі	0,005	0,0125	0,03
Пружини	0,004	0,1125	0,221
Приводи:			
зі шківом	-	0,16	-
додаткового сервомеханізму	0,86	12,5	36,6
звичайних сервомеханізмів	0,86	12,5	36,6
більш економічніші	0,6	3,3	18,5
менш економічні	0,17	1,8	9,6
Приводні ремені передач	-	3,6	-
Підшипники:			
кулькові	0,02	0,65	2,22
з'єднувальних муфт	0,008	0,21	0,42
роликові	0,2	0,5	1,0
Шарикопідшипники:			
потужні	0,072	1,8	3,53
малопотужні	0,035	0,875	1,72

Ресори малопотужні	-	0,112	-
Ролики	0,02	0,075	0,1
З'єднання:			
механічні	0,02	0,02	1,96
обертові	6,89	7,50	9,55
паяні	0,0001	0,004	1,05
З'єднувальні коробки	0,28	0,4	0,56
Сервомеханізми	1,1	2,0	3,4
Стрижні	0,15	0,35	0,62
Пристрій зв'язку:			
спрямовані	0,065	1,52	3,21
поворотні	0,001	0,025	0,049
гнучкі	0,027	0,039	1,348
жорсткі	0,001	0,025	0,049
Фільтри механічні	0,045	0,3	1,8
Шестерні	0,002	0,12	0,98
Штанги плунжера	-	0,68	-
Штифти:			
з нарізкою	0,006	0,025	0,1
направляючі	0,65	1,625	2,6
Шарніри універсальні	1,12	2,5	12,0
Шасі	-	0,921	-
Ексцентрики	0,001	0,002	0,004
Пружини	0,09	0,22	0,42
Теплообмінники	2,21	15,0	18,6
Гідравлічні та пневматичні елементи			
Діафрагми	0,1	0,6	0,9
Джерела потужності гідравлічні	0,28	6,1	19,3
Засувки клапанів	0,112	5,1	44,8
Засувки збудження	0,112	0,212	2,29
Клапани:			
кулькові	1,11	4,6	7,7
важільні	1,87	4,6	7,4
навантажені	0,112	5,7	18,94
надшвидкісні	1,33	3,4	5,33
обхідні	0,16	2,24	8,13
стопорні	0,112	2,3	4,7
контрольні	0,24	1,9	2,2
дренажні	-	0,224	-
наповнювальні	0,1	0,112	1,12
поплавкові	5,6	8,0	11,2
пального	1,24	6,4	37,2
тиску	0,112	5,6	32,5
первинні	0,165	6,3	14,8

двигуна	-	37,2	-
регулятора	-	0,56	-
розвантажувальні:	0,224	5,7	14,1
тиску	0,224	3,92	32,5
термічні	5,6	8,4	12,3
резервуарні	2,70	6,88	10,8
селекторні	3,7	16,0	19,7
регулювальні	0,67	1,10	2,14
ручні, що переключаються	0,112	6,5	10,2
ковзаючі	0,56	1,12	2,28
ползункові	-	1,12	-
соленоїдні:	2,27	11,0	19,7
триходові	1,87	4,6	7,41
чотирьохходові	1,81	4,6	7,22
імпульсні	2,89	6,9	9,76
перепускні	0,26	0,5	2,86
розвантажувальні	3,41	5,7	15,31
Сервоклапани	16,8	30,0	56,0
Манометри	0,135	1,3	15,0
Мотори гідравлічні	1,45	1,8	2,25
Нагнітачі	0,342	2,4	3,57
Насоси з машинним приводом	1,12	8,74	31,3
Поршні гідравлічні	0,08	0,2	0,85
Приводи постійної швидкості пневматичні	0,3	2,8	6,2
Прокладки:			
пробкові	0,003	0,04	0,077
просочені	0,05	0,137	0,225
зі сплаву "Монель"	0,0022	0,05	0,908
кільцеподібні	0,01	0,02	0,035
фенольні (пластмасові)	0,01	0,05	0,07
гумові	0,011	0,02	0,03
Регулятори:			
тиску	0,89	4,25	15,98
гідравлічні	-	3,55	-
пневматичні	3,55	7,5	15,98
Резервуари гідравлічні	0,083	0,15	0,27
Сильфони	0,09	2,287	6,1
З'єднання:			
гідравлічні	0,012	0,03	2,01
пневматичні	0,021	0,04	1,15
Сполучні муфти гідравлічні	-	0,56	-
Трубопроводи	0,25	1,1	4,85
Циліндри	0,005	0,007	0,81

Циліндри пневматичні	0,002	0,004	0,013
Шланги:			
високого тиску	0,157	3,93	5,22
гнучкі	-	0,067	-
пневматичні	-	3,66	-

Таблиця 10

Інтенсивність відмов захисних пристроїв

Назва елемента	Середнє значення інтенсивності відмов ($\lambda \cdot 10^6$), ч ⁻¹
Індикатори вибухів автоматичних систем придушення вибухів (АСПВ)	0,25
Блоки управління автоматичних систем придушення вибухів (на кожен канал)	0,12
Гідропушки ДП (АСПВ)	0,27
Зрошувачі АС (АСПВ)	0,32
Полум'явідсікачі ПО (АСПВ)	0,39
Кабелі (АСПВ)	0,047
Запобіжні мембрани	0,0112

ДОДАТОК В

(обов'язковий)

УМОВИ ПОЖЕЖОВИБУХОБЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ
РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ

В.1 Для забезпечення пожежовибухобезпеки речовин і матеріалів під час їх виробництва, переробки, використання, транспортування, зберігання дані про показники їх пожежної небезпеки слід застосовувати з коефіцієнтами безпеки, які наведені в таблиці В.1.

Таблиця В.1 – Умови пожежовибухобезпеки при використанні речовин і матеріалів

Спосіб запобігання пожежі, вибуху	Регламентований параметр	Умови пожежовибухобезпеки
Попередження утворення горючого середовища	$\varphi_{г,без}$	$\varphi_{г,без} \leq 0,9 (\varphi_{н} - 0,7 R)$
		$\varphi_{г,без} \geq 1,1 (\varphi_{в} + 0,7 R)$
	$\varphi_{ф,без}$	$\varphi_{ф,без} \geq 1,1 (\varphi_{ф} + 0,7 R)$
	$\varphi_{O_2, без}$	$\varphi_{O_2, без} \leq 0,9 (\varphi_{O_2} - 0,7 D)$
Обмеження займистості та горючості речовин і матеріалів	Горючість речовини (матеріалу)	Горючість речовини (матеріалу) не повинна бути більше за регламентовану
	KI_d	$KI_d \leq KI$
	$t_{сп,д}$	$t_{сп,д} \leq t_{сп(з.т.)} - 35^{\circ}C$
Запобігання утворенню в займистому середовищі (або внесення до нього) джерел запалювання	$W_{без}$	$W_{без} \leq 0,4 W_{мин}$ $t_{без} \leq 0,8 t_{тл}$ $t_{без} \leq 0,8 t_c$
<p> KI— кисневий індекс, % об.; KI_d— допустимий кисневий індекс при нормальній температурі, % об.; R— відтворюваність методу визначення показника пожежної небезпеки при довірчій ймовірності 95%; $t_{без}$ — безпечна температура, $^{\circ}C$; $t_{сп,д}$—допустима температура спалаху, $^{\circ}C$; $t_{сп(з.т.)}$ — температура спалаху в закритому тиглі, $^{\circ}C$. t_c— мінімальна температура середовища, при якій спостерігається самозаймання зразка, $^{\circ}C$; $t_{тл}$ — температура тління, $^{\circ}C$; $W_{без}$ — безпечна енергія запалювання, Дж; </p>		

$W_{\text{мін}}$ — мінімальна енергія запалювання, Дж;
 $\varphi_{\text{в}}$ — верхня концентраційна межа поширення полум'я по суміші горючої речовини з повітрям, % об. ($\text{г} \times \text{м}^{-3}$);
 $\varphi_{\text{г,без}}$ — безпечна концентрація горючої речовини, % об. ($\text{г} \times \text{м}^{-3}$);
 $\varphi_{\text{н}}$ — нижня концентраційна межа поширення полум'я по суміші горючої речовини з повітрям, % об. ($\text{г} \times \text{м}^{-3}$);
 φ_{O_2} — мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню в горючій суміші, % об.;
 $\varphi_{\text{O}_2, \text{без}}$ — безпечна концентрація кисню в горючій суміші, % об.;
 $\varphi_{\text{ф}}$ — мінімальна флегматизуюча концентрація флегматизатора, % об.;
 $\varphi_{\text{ф,без}}$ — безпечна флегматизуюча концентрація флегматизатора, % об.

ДОДАТОК Г

(довідковий)

ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПО СУМІСНОМУ ЗБЕРІГАННЮ РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ

Вимоги даного додатку не поширюються на вибухові та радіоактивні речовини і матеріали, які повинні зберігатися та перевозитися за спеціальними правилами.

Відомчі документи, що регламентують пожежну безпеку при зберіганні речовин і матеріалів, повинні бути приведені у відповідність з цими вимогами.

Г.1 Загальні положення

Г.1.1 Можливість сумісного зберігання речовин та матеріалів визначається на підставі кількісного врахування показників пожежної небезпеки, токсичності, хімічної активності, а також однорідності засобів пожежогасіння.

Г.1.2 Залежно від поєднання властивостей, перерахованих в п. 1.1, речовини і матеріали можуть бути сумісними або несумісними один з одним при зберіганні.

Г.1.3 Несумісними називаються такі речовини і матеріали, які при зберіганні спільно (без урахування захисних властивостей тари або упаковки):

- збільшують пожежну небезпеку кожного з розглянутих матеріалів і речовин окремо;
- викликають додаткові труднощі при гасінні пожежі;
- посилюють екологічну небезпеку під час пожежі (у порівнянні з пожежею окремих речовин і матеріалів, взятих у відповідній кількості);
- вступають в реакцію взаємодії один з одним з утворенням небезпечних

речовин.

Г.1.4 За потенційною небезпекою викликати пожежу, підсилювати небезпечні фактори пожежі, отруювати середовище проживання (повітря, воду, ґрунт, флору, фауну тощо), впливати на людину через шкіру, слизові оболонки дихальних шляхів шляхом безпосереднього контакту або на відстані як при нормальних умовах, так і під час пожежі, речовини і матеріали поділяються на розряди:

- безпечні;
- малонебезпечні;
- небезпечні;
- особливо небезпечні.

Залежно від розряду речовини і матеріалу призначаються умови його зберігання (див. п. Г.1.5-Г.1.9).

Г.1.5 До безпечних відносять негорючі речовини і матеріали в негорючій упаковці, які в умовах пожежі не виділяють небезпечних (горючих, отруйних, їдких) продуктів розкладу або окиснення, не утворюють вибухових або пожежонебезпечних, отруйних, їдких, екзотермічних сумішей з іншими речовинами.

Безпечні речовини та матеріали слід зберігати в приміщеннях або на майданчиках будь-якого типу (якщо це не суперечить технічним умовам на речовину).

Г.1.6 До малонебезпечних відносять такі горючі й важкогорючі речовини і матеріали, які не належать до безпечних (п. Г.1.5) і на які не поширюються вимоги ГОСТ 19433.

Малонебезпечні речовини поділяють на такі групи:

- а) рідкі речовини з температурою спалаху більше 90 °С;
- б) тверді речовини і матеріали, займисті від дії газового пальника протягом 120 с і більше;
- в) речовини і матеріали, які в умовах спеціальних випробувань здатні самонагріватися до температури нижче 150°С за час більше 24 годин при

температурі навколишнього середовища 140°C;

г) речовини і матеріали, які при взаємодії з водою виділяють займисті гази з інтенсивністю менше 0,5 дм³ кг⁻¹·год⁻¹;

д) речовини і матеріали отруйні зі середньою смертельною дозою при введенні в шлунок більше 500 мг·кг⁻¹ (якщо вони рідкі) або більш 2000 мг·кг⁻¹ (якщо вони тверді) або із середньою смертельною дозою при нанесенні на шкіру більш 2500 мг·кг⁻¹ або із середньою смертельною дозою при вдиханні більше 20 мг·дм⁻³;

е) речовини і матеріали слабкі їдкі та (або) корозійні з наступними показниками: час контакту, протягом якого виникає видимий некроз шкіри тварин (білих щурів), більше 24 годин, швидкість корозії сталевोї (Ст3) і алюмінієвої (А6) поверхні менш 1 мм на рік.

Г.1.7 До малонебезпечних відносяться також негорючі речовини і матеріали по п. Г.1.6 в горючій упаковці.

Малонебезпечні речовини і матеріали допускається зберігати в приміщеннях усіх ступенів вогнестійкості (крім V ступеня).

Г.1.8 До небезпечних відносяться горючі та негорючі речовини і матеріали, що мають властивості, прояв яких може призвести до вибуху, пожежі, загибелі, травмування, отруєння, опромінення, захворювання людей і тварин, пошкодження споруд, транспортних засобів. Небезпечні властивості можуть проявлятися як за нормальних умов, так і при аварійних, як у речовин у чистому вигляді, так і при взаємодії їх з речовинами і матеріалами інших категорій по ГОСТ 19433.

Небезпечні речовини та матеріали необхідно зберігати в складах I і II ступеня вогнестійкості.

Г.1.9 До особливо небезпечних відносяться такі небезпечні (див. п. Г.1.8) речовини і матеріали, які мають кілька видів небезпек по ГОСТ 19433.

Особливо небезпечні речовини та матеріали необхідно зберігати в складах I і II ступеня вогнестійкості переважно в окремих будівлях.

Г.2 Умови спільного зберігання речовин і матеріалів

Г.2.1 Речовини і матеріали, що відносяться до розряду особливо небезпечних, при зберіганні необхідно розташовувати так, як зазначено в табл. Г.1.

Г.2.2 Речовини і матеріали, що відносяться до розряду небезпечних, при зберіганні необхідно розташовувати так, як зазначено в табл. Г.2.

Г.2.3 Як виняток допускається зберігання особливо небезпечних і небезпечних речовин і матеріалів в одному складі. При цьому їх необхідно розташовувати так, як зазначено в табл. Г.3.

Г.2.4 В одному приміщенні складу забороняється зберігати речовини і матеріали, що мають неоднорідні засоби пожежогасіння.

Таблиця Г.1

Поділ особливо небезпечних речовин і матеріалів під час зберігання

Клас небезпечності згідно з ІСТУ 4500-3	№ з/п*	Види особливо небезпечних речовин																																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
2	1	Незаймісті нетоксичні гази, що окислюють	1	2																																										
	2	Токсичні гази, що окислюють	1	1	3																																									
	3	Токсичні гази, що окислюють, їдкі та (або) корозійні	1	1	1	4																																								
3	4	ЛЗР (t _{сп} < -18 °C) токсичні	4	4	4	1	5																																							
	5	ЛЗР (t _{сп} < -18 °C) їдкі і (або) корозійні	4	4	4	1	1	6																																						
	6	ЛЗР (-18 °C ≤ t _{сп} < 23 °C) токсичні	4	4	4	1	1	1	7																																					
	7	ЛЗР (-18° C ≤ t _{сп} < 23 °C) їдкі і (або) корозійні	4	4	4	1	1	1	1	8																																				
	8	ЛЗР (t від -18 °C до +23 °C) їдкі і (або) корозійні	4	4	4	1	1	1	1	1	9																																			
	9	ЛЗТ токсичні	4	4	4	3	3	3	3	3	1	10																																		
	10	ЛЗТ, здатні до саморозкладання за t > 50 °C з небезпекою розриву упаковки	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	11																															
	11	ЛЗТ, здатні до саморозкладання за t < 50 °C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	12																														
12	ЛЗТ, здатні до саморозкладання за 50 °C з небезпекою розриву упаковки	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	13																														
13	Речовини, здатні до самозаймання	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	1	14																													
14	Речовини, що виділяють займісті гази під час взаємодії з водою, ЛР	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	15																												
15	Речовини, що виділяють займісті гази під час взаємодії з водою, самозаймісті і токсичні	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	16																											
16	Речовини, що виділяють займісті гази під час взаємодії з водою, ЛР і їдкі	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	17																										
17	Речовини, що виділяють займісті гази, самозаймісті	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	18																										
5	18	Окиснювальні речовини, токсичні	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	19																									
	19	Окиснювальні речовини, токсичні, корозійні, їдкі	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	20																								
	20	Окиснювальні речовини, їдкі та (або) корозійні	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	21																							
	21	Органічні пероксиди вибухонебезпечні, здатні до саморозкладання за t < 50 °C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	22	Органічні пероксиди, здатні до саморозкладання за t < 50 °C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	23	Органічні пероксиди вибухонебезпечні	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	24	Органічні пероксиди без додаткового виду небезпеки	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	25	Органічні пероксиди, їдкі для очей	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	26	Органічні пероксиди легкозаймісті	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	27	Органічні пероксиди легкозаймісті, їдкі для очей	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	28	Токсичні речовини леткі без додаткового виду небезпеки	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	29	Токсичні речовини леткі, ЛР (t _{сп} < 23 °C)	4	4	4	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	30	Токсичні речовини леткі, ЛР (23 °C ≤ t _{сп} < 61 °C)	4	4	4	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
31	Токсичні речовини леткі їдкі і (або) корозійні	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
32	Токсичні речовини леткі їдкі та (або) корозійні ЛР (23°C ≤ t _{сп} <61°C)	4	4	4	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
8	33	Їдкі та (або) корозійні речовини (кислі), токсичні і що окислюють	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	34	Їдкі та (або) корозійні речовини (кислі), легкозаймісті (23 °C ≤ t _{сп} < 61 °C)	4	4	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	35	Їдкі та (або) корозійні речовини (кислі), що окислюють	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	36	Їдкі та (або) корозійні речовини (кислі), токсичні	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	37	Їдкі та (або) корозійні речовини, ЛР основні (23 °C ≤ t _{сп} < 6 °C)	4	4	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	38	Різні їдкі та (або) корозійні речовини токсичні, що окислюють	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	39	Різні їдкі та (або) корозійні речовини, ЛР (t _{сп} < 23 °C)	4	4	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	40	Різні їдкі та (або) корозійні речовини (23 °C ≤ t _{сп} < 61 °C)	4	4	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3</																													

Примітки:

Примітки:
+ Речовини і матеріали сумісні.

1 – Речовини і матеріали допускається зберігати в одному відсіку складу або на одному майданчику. Горизонтальна відстань між ними має відповідати вимогам нормативних документів, але бути не менше ніж 5 м.

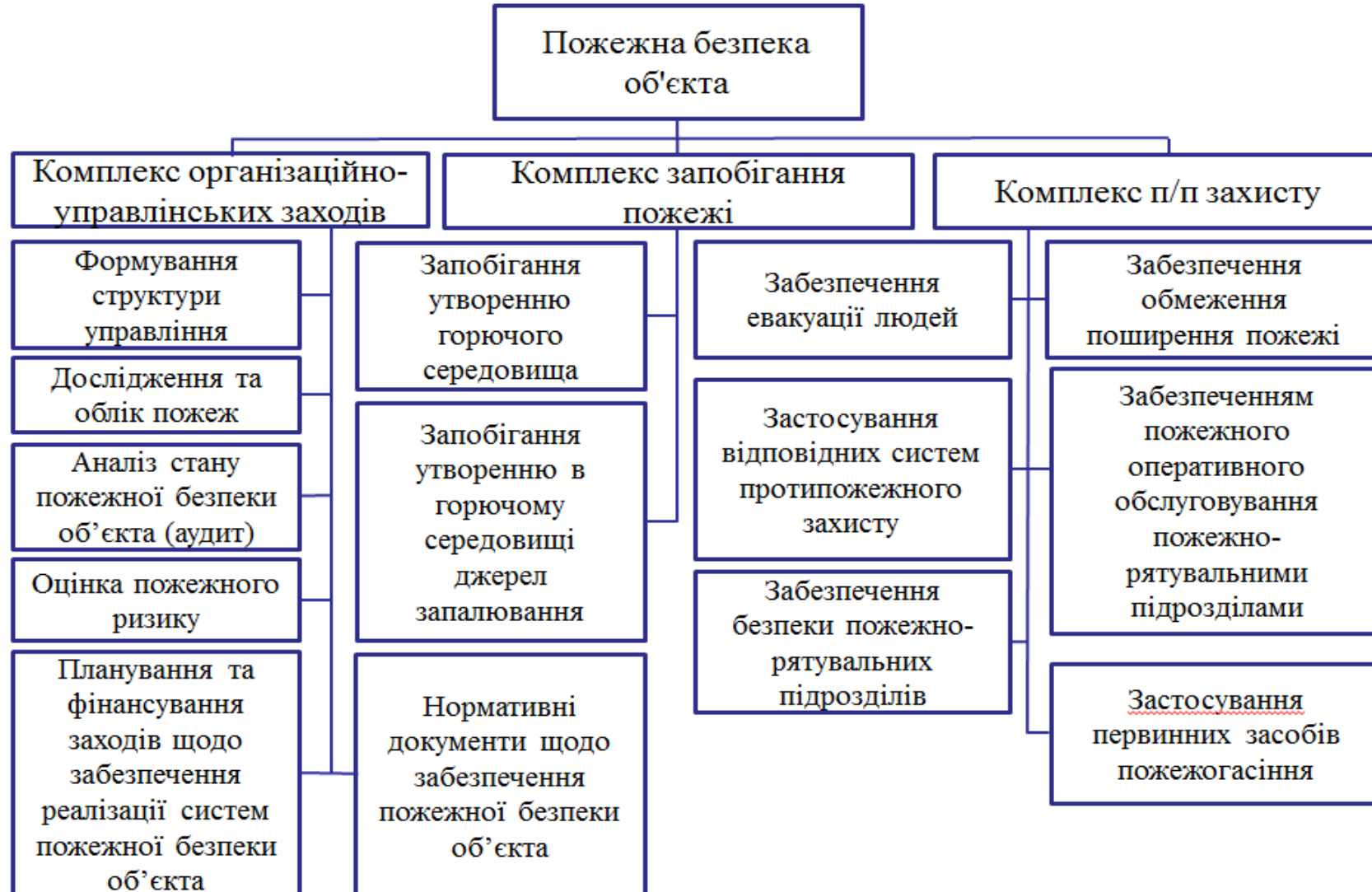
2 – Речовини і матеріали допускається зберігати в одному відсіку складу або на одному майданчику. Горизонтальна відстань між ними має відповідати вимогам нормативних документів, але бути не менше ніж 10 м.

3 – Речовини і матеріали потрібно зберігати в різних відсіках складу (тобто їх потрібно розділяти протипожежною перегородкою 1-го типу) або на різних майданчиках.

4 – Речовини та матеріали потрібно зберігати в різних складах або на різних майданчиках.

ДОДАТОК Д
(довідковий)

ЗАГАЛЬНА СХЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТА ЗАХИСТУ КОМПЛЕКСАМИ
ЗАПОБІГАННЯ ПОЖЕЖІ, ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКИХ ЗАХОДІВ



ДОДАТОК Д
(довідковий)
БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 Кодекс цивільного захисту України;
- 2 НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні;
- 3 ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги;
- 4 ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека;
- 5 ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту;
- 6 ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою;
- 7 ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования;
- 8 ГОСТ 12.1.044-89* ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
- 9 ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять;
- 10 ДСТУ 2273:2006 Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять;
- 11 ДСТУ ГОСТ 15.001:2009 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения;
- 12 ДСТУ 4500-5:2005 Вантажі небезпечні. Маркування;
- 13 ДСТУ 3855-99 Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. Терміни та визначення;
- 14 Провести пошукові дослідження щодо шляхів удосконалення методів визначення часу евакуації людей з будинків та споруд під час пожежі.: звіт про НДР / УкрНДІЦЗ; кер . – Інв. №0111U006564. – К., 2013. – 533 с;
- 15 Провести дослідження і розробити проект зміни №2 до ДБН В.1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва».: звіт про НДР / УкрНДІЦЗ; кер . – Інв. №0113U004932. – К., 2014. – 747 с;
- 16 IEC 60695-1-10:2016 Fire hazard testing - Part 1-10: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products - General guidelines (Тестування пожежної небезпеки - Частина 1-10: Керівництво по оцінці пожежної небезпеки електротехнічної продукції - Загальні рекомендації);
- 17 IEC 60695-1-11:2014 Fire hazard testing - Part 1-11: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products - Fire hazard assessment (Тестування пожежної небезпеки - Частина 1-11: Керівництво по оцінці пожежної небезпеки електротехнічної продукції - оцінка пожежної небезпеки);

18 IEC 60695-1-12:2015 Fire hazard testing - Part 1-12: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products - Fire safety engineering (Тестування пожежної небезпеки - Частина 1-12: Керівництво по оцінці пожежної небезпеки електротехнічної продукції - Пожежна безпека інженерії);

19 ГОСТ Р 51901.10-2009 Менеджмент риска. Процедуры управления пожарным риском на предприятии.

20 СТБ 11.0.01-98 Система стандартов пожарной безопасности. Общие положения.

21 Приказ МРФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий утвержденный 30 июня 2009 г. № 382, зарегистрированный в Минюсте РФ 6 августа 2009 г. № 14486 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».