

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
ЧЕРКАСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ  
ІМЕНІ ГЕРОЇВ ЧОРНОБИЛЯ  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ  
Факультет пожежної безпеки  
Кафедра пожежно-профілактичної роботи**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання курсової роботи  
з дисципліни**

**«ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ»**

**для здобувачів вищої освіти  
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти**

<b>спеціальність:</b>	<b>261 «Пожежна безпека»</b>
<b>галузь знань:</b>	<b>26 «Цивільна безпека»</b>
<b>рівень вищої освіти:</b>	<b>другий (магістерський)</b>
<b>освітньо-професійна програма:</b>	<b>«Пожежна безпека»</b>

**Черкаси - 2023**

УДК 628.658.512 (07)

**Розробники:**

завідувач кафедри пожежно-профілактичної роботи,  
д.т.н., професор **Кириченко О.В.**

доцент кафедри пожежно-профілактичної роботи,  
к.пед.н. **Томенко М.Г.**

доцент кафедри пожежно-профілактичної роботи,  
к.т.н. **Козяр Н.М.**

викладач кафедри пожежно-профілактичної роботи,  
к.філос.н. **Школяр Є.В.**

викладач кафедри пожежно-профілактичної роботи,  
**Гончар С.В.**

викладач кафедри пожежно-профілактичної роботи,  
к.пед.н. **Ножко І.О.**

**Рецензенти:**

Начальник факультету пожежної безпеки Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, кандидат технічних наук, доцент **Мельник Валентин Павлович.**

Начальник кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, кандидат технічних наук, доцент **Березовський Андрій Іванович.**

Методичні рекомендації для виконання курсової роботи з дисципліни «Техногенна безпека об'єктів» для здобувачів вищої освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» ОПП «Пожежна безпека» / Кириченко О.В., Томенко М.Г., Козяр Н.М., Школяр Є.В., Гончар С.В., Ножко І.О. – Черкаси: ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2023. – с. 54.

Рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради факультету пожежної безпеки Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
Протокол № 12 від 31 серпня 2023р.

## Зміст

Загальні методичні вказівки

Частина I «Аналіз вибухопожежної та пожежної небезпеки»

1. Завдання 1: Визначення можливості утворення вибухонебезпечної концентрації (ВНК)
2. Завдання 2: Розрахункове визначення та обґрунтування категорій будинку.
3. Завдання 3: Розрахунок площі легко скидних конструкцій (ЛСК) будівлі

Частина II «Визначення категорій приміщень та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»

Таблиця 1 Частина II - Таблиця вибору завдань / прикладів

Список літератури

## **Загальні методичні вказівки**

Курсова робота є самостійною роботою здобувача освіти другого магістерського рівня вищої освіти вищого навчального закладу зі спеціальності 261 «Пожежна безпека» галузі знань 26 «Цивільна безпека» ОПП «Пожежна безпека».

Навчальна мета курсової роботи - систематизація теоретичних знань із дисциплін «Техногенна безпека об'єктів», «Техногенна безпека об'єктів та технологій» та «Пожежна профілактика технологічних процесів» та подальше їх поглиблення, удосконалення навичок перевірки відповідності прийнятих рішень вимогам нормативних документів і розробка науково обґрунтованих інженерних та організаційно-профілактичних заходів із протипожежного та противибухового захисту будівель та споруд виробничого призначення.

Виконуючи роботу, здобувачі вищої освіти повинні:

- кваліфіковано вирішувати технічні задачі щодо забезпечення пожежної та техногенної безпеки об'єктів різних форм власності;
- навчитися виконувати розрахунки, аналізувати і розробляти технологічні документи, складати пояснювальні записки;
- навчитися користуватися державними та галузевими стандартами, нормативно-технічною і довідковою літературою.

**Курсова робота виконується за варіантом та складається із двох частин: Частина I «Аналіз вибухопожежної та пожежної небезпеки» та Частина II «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».**

**Номер варіанту для першої (I) частини роботи визначається за останньою цифрою шифру залікової книжки в Частині I даних методичних рекомендацій та складається з вирішення трьох завдань.**

**Номер варіанту для другої (II) частини роботи визначається за двома**

**останніми цифрами шифру залікової книжки за таблицею № 1 Частина II. Наприклад, якщо шифр залікової книжки 546, варіант роботи (вибору завдань) - 7, 27.**

Оформляється робота в друкованому варіанті - на аркушах паперу формату А4 (210 x 297) з полями: зліва - 25 мм, справа - 10 мм., зверху та знизу - по 15 мм. Сторінки нумеруються у правому верхньому кутку аркуша.

В кінці роботи слід навести список літератури, включаючи інтернет-джерела, якими користувався автор, відповідаючи на питання. Список літератури подається за встановленим бібліографічним стандартом.

Робота зараховується, якщо виконана за варіантом, містить розрахунки, включає список літератури, оформлена відповідно до встановлених вимог.

## Частина I «Аналіз вибухопожежної та пожежної небезпеки»

### **1. Завдання 1: Визначення можливості утворення вибухонебезпечної концентрації (ВНК)**

**Аналіз пожежної небезпеки технологічного процесу та можливості утворення вибухонебезпечної концентрації (ВНК).**

Пожежна небезпека технологічного процесу характеризується властивостями речовин, що обертаються в виробництві, а також їх кількістю.

Під час проведення аналізу можливості утворення горючого середовища необхідно виявити умови його утворення як усередині технологічного обладнання, так і за його межами (у приміщенні, або на технологічному майданчику), як при нормальній роботі обладнання, так і при аварії.

У технологічному процесі можуть використовуватися апарати з горючими газами, легкозаймистими рідинами, речовинами у дисперсному стані (горючий пил), тому проведення аналізу для апаратів із різними за агрегатним станом речовинами, має деяку різницю.

Для оцінювання можливості утворення горючого середовища всередині технологічного обладнання в періоди їх пуску, подачі компонентів та спорожнення необхідно встановити режим роботи апаратів. Для апаратів періодичної дії характерні періоди, коли повітря може поступати всередину через завантажувальні люки, люки для взяття проб та інше. Тому потрібно ретельно розглянути можливість утворення горючого середовища в періоди пуску апаратів, їх завантаження, при відбиранні проб та при вивантаженні готової продукції.

При оцінюванні пожежовибухонебезпечності середовища всередині технологічного обладнання потрібно враховувати те, що температурні та концентраційні межі поширення полум'я не постійні і можуть змінюватися в залежності від концентрації кисню у повітрі, тиску та температури в апараті.

Горюче середовище у виробничих приміщеннях може утворитися при виході парів, газів рідин, або горючого пилу з технологічних апаратів в періоди їх нормальної роботи. При аналізі пожежної небезпеки виробництва необхідно встановити наявність апаратів, нормальна експлуатація яких може бути пов'язана з виділенням в повітря горючих парів або газів.

Методика аналізу вибухопожежної небезпеки технологічного процесу полягає в наступному:

- з'ясовують технологію виробництва, будову і роботу обладнання, а також його розміщення;
- виявляють горючі речовини та матеріали, що обертаються в процесі, визначають їх кількість і пожежовибухонебезпечні властивості;

- виявляють обладнання, ділянки або місця, в яких знаходяться горючі речовини, матеріали або сильні окиснювачі, а також можливе утворення газо-, паро- або пилоповітряних сумішей;
- аналізують можливість утворення горючих сумішей усередині технологічного обладнання у різні періоди його роботи;
- аналізують можливість утворення вибухонебезпечних зон у виробничих приміщеннях і на зовнішніх установках в різні періоди роботи технологічного обладнання;
- аналізують причини, що призводять до виходу горючих речовин і матеріалів з технологічного обладнання;
- аналізують можливість утворення в горючому середовищі джерел запалювання;
- аналізують причини і умови, які сприяють розвитку пожежі, що почалася, а також шляхи поширення вогню і розжарених продуктів згоряння;
- розробляють і аналізують сценарії можливих аварій і вибирають проектну аварію;
- обґрунтовують розрахунками категорії приміщень, будівель і зовнішніх установок з вибухопожежної та пожежної безпеки;
- пропонують і обґрунтовують розрахунками способи забезпечення пожежної безпеки технологічного процесу, а також конкретні технічні рішення і організаційні заходи, спрямовані на зниження його вибухопожежної безпеки до нормативного рівня.

При виборі типу апарата керуються в першу чергу агрегатним станом речовин, що обертаються в технологічному процесі, і матеріалів з їх класом безпеки (токсичністю, пожежовибухонебезпечною). Горючі гази (ГГ), скраплені гази (у тому числі СВГ), перегріті пари пожежонебезпечних рідин зберігають і переробляють лише в герметичних апаратах. Проте горючі гази в певних випадках можуть виділятися з рідин і твердих матеріалів (у тому числі і негорючих), що знаходяться у відкритих і дихаючих апаратах. Горючі рідини (ЛЗР і ГР) і тверді горючі матеріали (шматкові, зернисті, пилоподібні або волокнисті) зберігають і переробляють в апаратах будь-яких типів. Пожежовибухонебезпечні токсичні речовини та матеріали зберігають і переробляють лише в герметичному обладнанні.

Типи апаратів, технологічні параметри їх роботи, види речовин, що знаходяться в апаратах, і матеріалів визначають особливості утворення в апаратах ВНК - сумішей горючих газів, пару і пилу (волокон) з окислювачами в певних кількісних співвідношеннях.

Для виявлення причин виходу горючих речовин із нормально діючого технологічного обладнання необхідно встановити:

1. Наявність апаратів з відкритою поверхнею випаровування, або виходу горючого пилу;

2. Наявність апаратів із змінним тиском, температурою, рівнем рідин та апаратів, які обладнані дихальними пристроями, що не виведені назовні;
3. Наявність апаратів періодичної дії, які мають завантажувальні люки;
4. Наявність апаратів, що працюють під тиском.

У всіх апаратах з горючими рідинами (ЛЗР або ГР), крім повністю заповнених рідиною, над поверхнею рідини є газоповітряний простір, в якому концентрація насиченої пари, у пароповітряній суміші може бути нижчою нижньої концентраційної межі поширення полум'я, в межах запалювання, або вище верхньої концентраційної межі поширення полум'я. Концентрація насиченої пари рідини залежить від її температури, тому для визначення пожежної небезпеки замкнених апаратів з ЛЗР та ГР при їх нормальній роботі необхідно порівняти робочу температуру з нижньою, верхньою вибухонебезпечними температурами, та з температурою самоспалахування і зробити відповідні висновки.

#### **Правило 1:**

Якщо у замкнених технологічних апаратах температура підтримується у межах:  $T_r \leq T_n$  (не достатня кількість парів ЛЗР та ГР),  $T_v \leq T_r$  (перенасичення апарату парами ЛЗР та ГР), то вважається що горюче (вибухонебезпечне) середовище в середині апарата з ЛЗР та ГР не утворюється (обов'язкове виконання обох умов рівняння):

$$T_n \leq T_r \leq T_v$$

де

$T_r$  - температура рідини в апараті або температура навколишнього середовища, при якій рідина знаходиться в ємності;

$T_n$  – нижня температурна межа розповсюдження вогню.

$T_v$  – верхня температурна межа розповсюдження вогню.

#### **Правило 2:**

При наявності апаратів із відкритою поверхнею випаровування необхідно встановити кількість рідини, що випаровується. Пари горючої рідини можуть утворювати горюче середовище у виробничому приміщенні, якщо її робоча температура, з врахуванням умов пожежовибухобезпеки більше температури спалаху речовини (відбуватиметься інтенсивне випаровування ЛЗР та ГР в навколишнє середовище).

$$T_r \geq T_{сп},$$

де

$T_r$  - робоча температура рідини в апараті, або температура навколишнього середовища, при якій рідина знаходиться в ємності;

$T_{сп}$  – температура спалаху пожежонебезпечної рідини.





## 1.2. Методика визначення можливості утворення ВНК

**Крок 1.** Визначення категорії приміщення. Знаючи вибухопожежні властивості речовин і матеріалів, що знаходяться у виробництві, і визначивши їх кількість, необхідно встановити категорію приміщення з вибухопожежної та пожежної небезпеки на підставі «ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» Додаток А.

Категорії приміщень, які визначені відповідно до цих норм, слід використовувати для встановлення нормативних вимог щодо забезпечення вибухопожежної та пожежної безпеки.

**Крок 2.** Визначення типу технологічного апарату (*відкритий чи закритий*). Згідно з аналізом пожежної небезпеки на виробництві вибухонебезпечні концентрації (ВНК) утворюються у двох випадках в залежності від типу обладнання – закритого чи відкритого.

**До відкритих апаратів** відносяться апарати, що не є герметичними, взаємодіють із зовнішнім середовищем. **Прикладами** відкритих апаратів на виробництві є різні ванни, змішувачі, підігрівачі, вагові мірники.

**До закритих апаратів** відносяться апарати, внутрішній простір яких повністю ізольований від зовнішнього середовища, є герметичними, що запобігає виходу речовини назовні при роботі апаратів під високим тиском. **Приклади** закритих апаратів – реактори, теплообмінники, напірні трубопроводи, інше технологічне обладнання.

**Крок 3.** Вибір відповідної нерівності для визначення можливості утворення ВНК.

- отже, загальною умовою утворення ВНК для апаратів відкритого типу є нерівність:

$$T_p \geq T_{сп},$$

де

$T_p$  - робоча температура рідини в апараті, або температура навколишнього середовища при якій рідина знаходиться в ємності;

$T_{сп}$  – температура спалаху пожежонебезпечної рідини.

- для закритих апаратів ВНК буде утворюватись за умови, коли робоча температура рідини в апараті  $T_p$  буде лежати в межах  $T_n$  і  $T_v$ :

$$T_n \leq T_p \leq T_v,$$

де

$T_p$  - температура рідини в апараті або температура навколишнього середовища при якій рідина знаходиться в ємності;

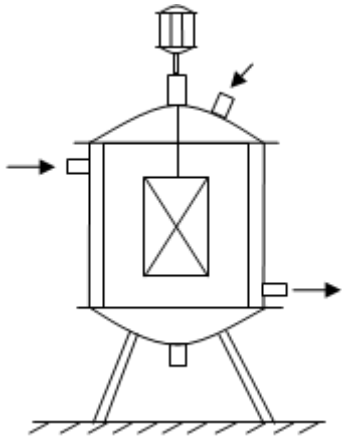
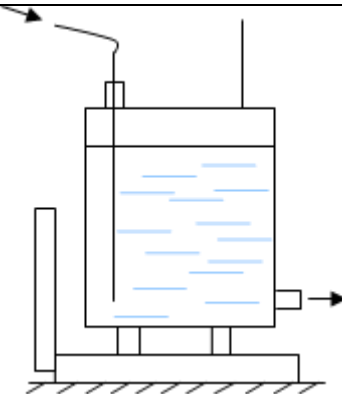
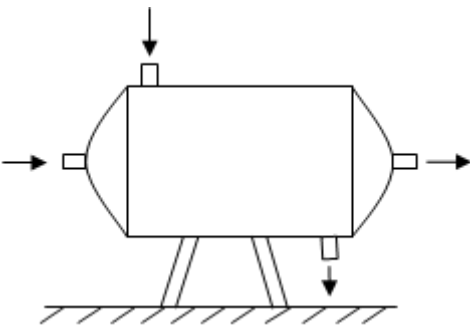
$T_n$  – нижня температурна межа розповсюдження вогню.

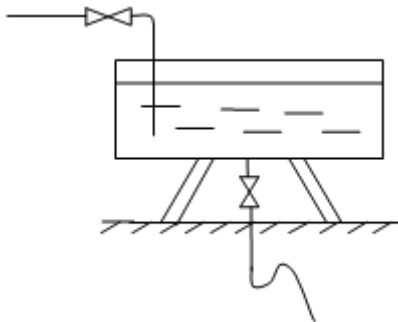
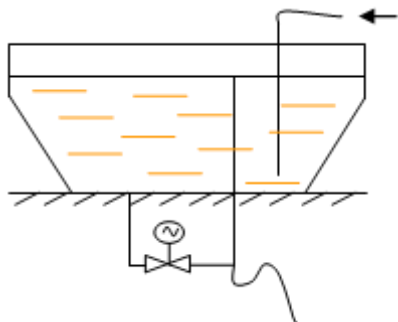
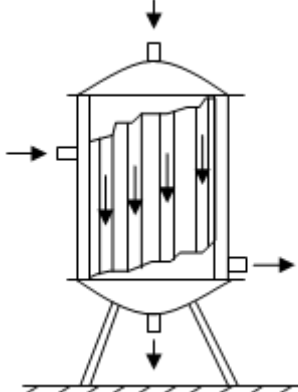
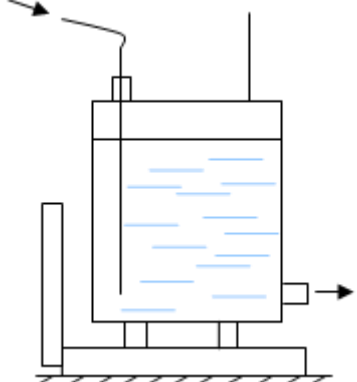
$T_v$  – верхня температурна межа розповсюдження вогню.

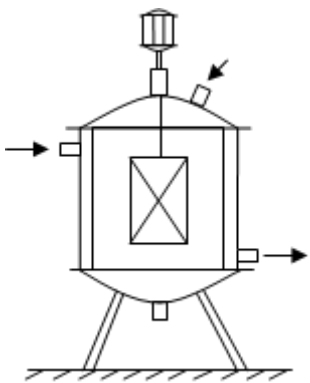
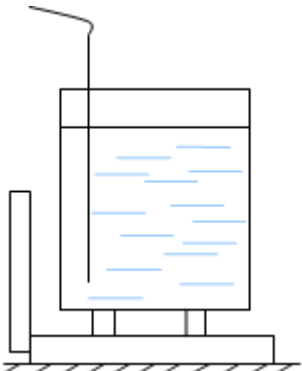
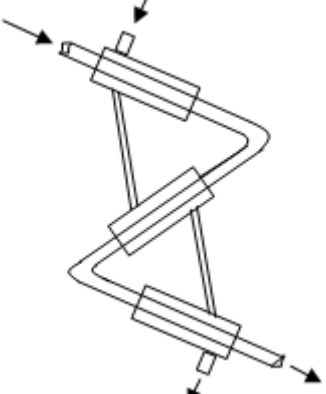
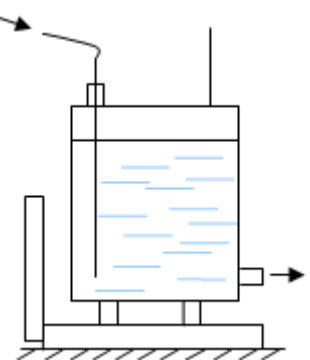
**Крок 4.** Висновок про можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в апараті при нормальному режимі роботи.

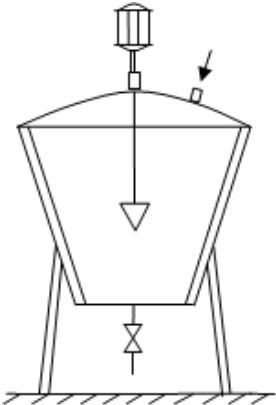
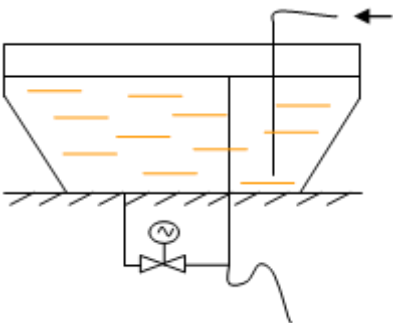
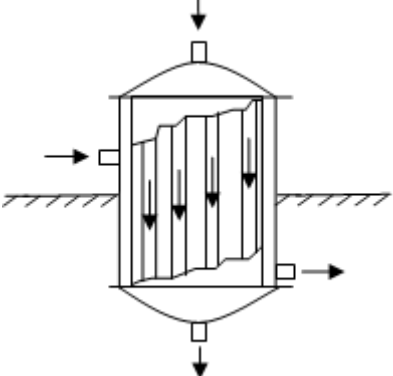
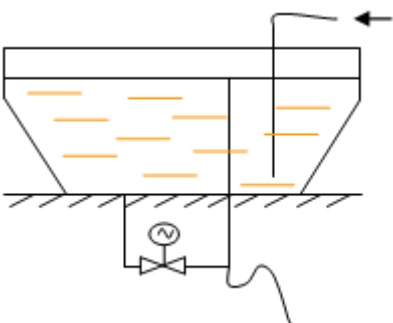
## 1.2. Варіанти завдань щодо визначення можливості утворення ВНК

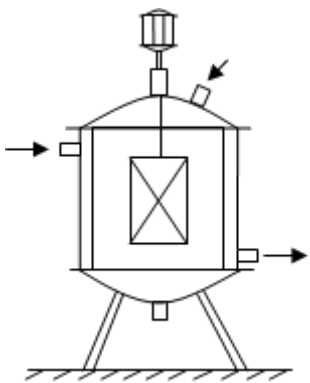
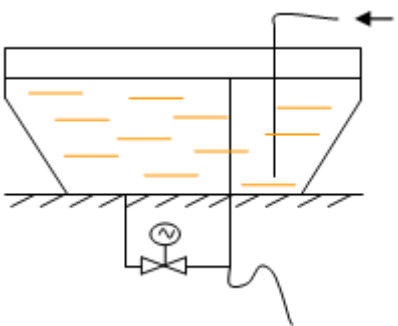
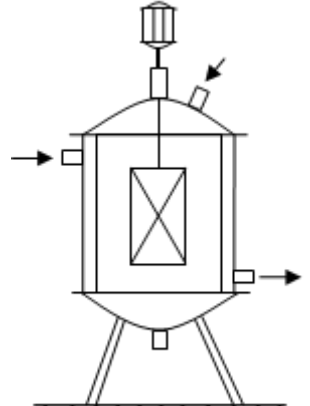
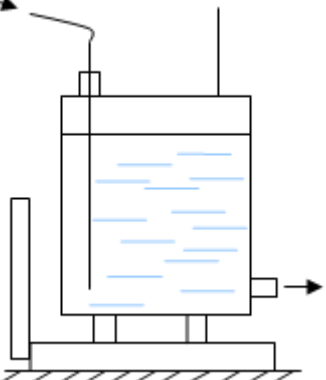
Вибір завдання відбувається за **останньою цифрою** шифру залікової книжки. На кожен варіант передбачено по дві задачі.

	Тип апарату	Варіанти завдань
1.1.		<p><b>Варіант 1</b></p> <p>В реактор під тиском 5 атм. ємністю 3 м<sup>3</sup> заливається 2 м<sup>3</sup> розчинника Р-4 і засипається сухий негорючий барвник. Перемішування продовжується 1 годину при температурі +60<sup>0</sup> С. Властивості розчинника Р-4:  <math>T_{сп} = -7^{\circ} \text{C}</math>, <math>T_{н} = -9^{\circ} \text{C}</math>, <math>T_{в} = +19^{\circ} \text{C}</math>.            Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в реакторі при нормальному режимі роботи (в момент перемішування).</li> </ol>
1.2.		<p>У ваговому мірнику при температурі повітря +17<sup>0</sup> С в приміщенні відбувається зважування уайт-спирта, який має наступні властивості :</p> <p><math>T_{сп} = +36^{\circ} \text{C}</math>, <math>T_{н} = +33^{\circ} \text{C}</math>, <math>T_{в} = +68^{\circ} \text{C}</math>.            Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в мірнику при нормальному режимі роботи (в момент зважування).</li> </ol>
2.1		<p><b>Варіант 2</b></p> <p>Крізь теплообмінник під тиском 10 атм прокачується мазут, який нагрівається до +150<sup>0</sup> С. Властивості мазуту:  <math>T_{сп} = +140^{\circ} \text{C}</math>, <math>T_{н} = +130^{\circ} \text{C}</math>, <math>T_{в} = +145^{\circ} \text{C}</math>.            Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в теплообміннику при нормальному режимі роботи.</li> </ol>

2.2.		<p>В приміщенні при температурі повітря <math>+15^{\circ}\text{C}</math> для знешкодження деталей в ванні застосовується тракторний гас, який має наступні властивості:  <math>T_{\text{сп}}=+27^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{н}}=+27^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{в}}=+69^{\circ}\text{C}</math>.  Визначити:  1. Категорію приміщення.  2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в приміщенні при нормальному режимі роботи.</p>
3.1.		<p><b>Варіант 3</b>  У відкритій фарбувальній ванні без підігріву знаходиться лак КМФ-1, який має наступні властивості:  <math>T_{\text{сп}}=+2^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{н}}=+2^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{в}}=+26^{\circ}\text{C}</math>.  Температура повітря в приміщенні <math>+20^{\circ}\text{C}</math>.  Визначити:  1. Категорію приміщення.  2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в ванні при нормальному режимі роботи.</p>
3.2.		<p>Крізь теплообмінник під тиском 2 атм прокачується дизельне паливо «ДА», яке нагрівається до <math>+120^{\circ}\text{C}</math>. Властивості дизельного палива «ДА»:  <math>T_{\text{сп}}=+54^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{н}}=+57^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{в}}=+105^{\circ}\text{C}</math>.  Визначити:  1. Категорію приміщення.  2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в теплообміннику при нормальному режимі роботи.</p>
4.1.		<p><b>Варіант 4</b>  В ваговому мірнику при температурі повітря в приміщенні <math>+20^{\circ}\text{C}</math> відбувається зважування бутилового спирта, який має наступні властивості :  <math>T_{\text{сп}}=+34^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{н}}=+34^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{в}}=+68^{\circ}\text{C}</math>.  Визначити:  1. Категорію приміщення.  2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в мірнику при нормальному режимі роботи (в момент зважування).</p>

4.2.		<p>В реакторі ємністю <math>3 \text{ м}^3</math>, заливається <math>1 \text{ м}^3</math> Розчинника 651 і засипається сухий негорючий барвник. Перемішування продовжується 1 годину при температурі <math>+40^\circ \text{ С}</math>. Властивості розчинника 651:</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+29^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{н}}=+27^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{в}}=+50^\circ \text{ С}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в реакторі при нормальному режимі роботи(в момент перемішування).</li> </ol>
5.1.		<p><b>5 варіант</b></p> <p>У відкритому ваговому мірнику при температурі повітря в приміщенні <math>+20^\circ \text{ С}</math> відбувається зважування ЛЗР, який має наступні властивості :</p> <p><math>T_{\text{сп}}= 37^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{н}}= 37^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{в}}= 61^\circ \text{ С}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в приміщенні при нормальному режимі роботи.</li> </ol>
5.2.		<p>Крізь теплообмінник під тиском 5 атм прокачується етиленгліколь, який нагрівається до температури <math>+130^\circ \text{ С}</math>. Властивості етиленгліколь:</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+120^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{н}}=+112^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{в}}=+124^\circ \text{ С}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в реакторі при нормальному режимі роботи.</li> </ol>
6.1.		<p><b>6 варіант</b></p> <p>У ваговому мірнику при температурі повітря в приміщенні <math>+18^\circ \text{ С}</math> відбувається зважування полімерного газойлю, який має наступні властивості :</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+26^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{н}}=+21^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{в}}=+65^\circ \text{ С}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в мірнику при нормальному режимі роботи.</li> </ol>

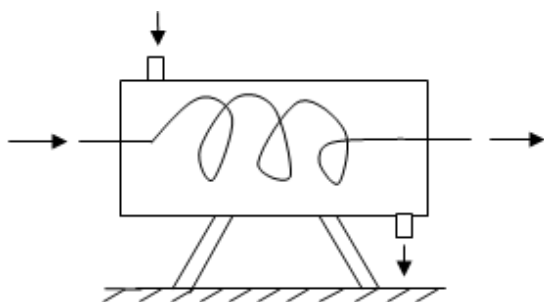
6.2.		<p>В реакторі при температурі <math>+20^{\circ}\text{C}</math> подається уайт-спирт і зневоднене конопляне масло. Властивості розчинника:</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+33^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{н}}=+33^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{в}}=+68^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в реакторі при нормальному режимі роботи.</li> </ol>
7.1.		<p><b>7 варіант</b></p> <p>У відкритій фарбувальній ванні без підігріву знаходиться лак АС-548, який має наступні властивості:</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+30^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{н}}=+30^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{в}}=+58^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Температура повітря в приміщенні <math>+20^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в ванні при нормальному режимі роботи.</li> </ol>
7.2.		<p>Крізь теплообмінник під тиском 12 атм прокачується нафтовий мазут, який нагрівається до <math>+170^{\circ}\text{C}</math>. Властивості мазуту:</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+140^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{н}}=+138^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{в}}=+145^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Визначити: 1. Категорію приміщення.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в теплообміннику при нормальному режимі роботи.</li> </ol>
8.1.		<p><b>8 варіант</b></p> <p>У відкритій фарбувальній ванні без підігріву знаходиться лак ГФ-296Г, який має наступні властивості:</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+16^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{н}}=+29^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{в}}=+52^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Температура повітря в приміщенні <math>+20^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в ванні при нормальному режимі роботи.</li> </ol>

8.2.		<p>В реакторі ємністю <math>3 \text{ м}^3</math>, заливається <math>2 \text{ м}^3</math> розчинника 646 і засипається сухий негорючий барвник. Перемішування продовжується 1 годину при температурі <math>+20^\circ \text{ С}</math>. Властивості розчинника 646:</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+3^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{н}}=+1^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{в}}=+21^\circ \text{ С}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в реакторі при нормальному режимі роботи(в момент перемішування).</li> </ol>
9.1.		<p><b>Варіант 9</b></p> <p>У відкритій фарбувальній ванні без підігріву знаходиться лак МС-080, який має наступні властивості:</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+29^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{н}}=+26^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{в}}=+61^\circ \text{ С}</math>.</p> <p>Температура повітря в приміщенні <math>+20^\circ \text{ С}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в ванні при нормальному режимі роботи.</li> </ol>
9.2.		<p>В реакторі ємністю <math>2 \text{ м}</math> заливається <math>0,5 \text{ м}</math> бензин «Калоша». Перемішування проходить при температурі <math>+20^\circ \text{ С}</math>. Властивості бензину:</p> <p><math>T_{\text{сп}}=-17^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{н}}=-17^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{в}}=+10^\circ \text{ С}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в реакторі при нормальному режимі роботи.</li> </ol>
10.1.		<p><b>10 варіант</b></p> <p>У ваговому мірнику при температурі повітря <math>+17^\circ \text{ С}</math> в приміщенні відбувається зважування диметилпіразолу, який має наступні властивості :</p> <p><math>T_{\text{сп}}=+54^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{н}}=+39^\circ \text{ С}</math>, <math>T_{\text{в}}=+75^\circ \text{ С}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в мірнику при нормальному режимі роботи(в момент зважування).</li> </ol>

10.2.		<p>Крізь теплообмінник під тиском 10 атм прокачується мазут флотський Ф-12, який нагрівається до <math>+150^{\circ}\text{C}</math>. Властивості мазуту:  <math>T_{\text{сп}}=+158^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{н}}=+106^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{\text{в}}=+133^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Визначити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Категорію приміщення.</li> <li>2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в теплообміннику при нормальному режимі роботи.</li> </ol>
-------	---	--



#### 1.4. Приклад розв'язку завдання:



Варіант \_\_\_\_

Крізь теплообмінник під тиском 8 атм прокачується сира нафта, яка нагрівається до  $+90^{\circ}\text{C}$ . Властивості нафти:

$$T_{\text{сп}}=+35^{\circ}\text{C}, T_{\text{н}}=+14^{\circ}\text{C}, T_{\text{в}}=+118^{\circ}\text{C}.$$

С.

Визначити:

1. Категорію виробництва.

2. Можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій в теплообміннику при нормальному режимі роботи.

**Рішення:**

1. Категорія приміщення: сира нафта – ГР,  $T_{\text{сп}}= +35^{\circ}\text{C}$ , категорія приміщення Б, тому що температура спалаху вище ніж  $28^{\circ}\text{C}$  на підставі табл. 1 «ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

2. Теплообмінник закритий апарат, тому можливість утворення ВНК визначаємо за нерівністю

$$T_{\text{н}} \leq T_{\text{р}} \leq T_{\text{в}}, \\ +14^{\circ}\text{C} \leq +90^{\circ}\text{C} \leq +118^{\circ}\text{C}$$

**Відповідь:** Нерівність вірна, значить утворення ВНК можливе.

## **Завдання 2: Розрахункове визначення та обґрунтування категорій будинку.**

Державний стандарт ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» встановлює вимоги до визначення категорій приміщень і будинків (Додаток А) (або частин будинків у межах протипожежних відсіків) виробничого та складського призначення, лабораторій, а також зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою залежно від кількості й пожежовибухонебезпечних властивостей речовин і матеріалів, що в них знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються), з урахуванням особливостей технологічних процесів виробництва та об'ємно-планувальних рішень, наявності технічних засобів, що запобігають виникненню аварійних ситуацій.

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

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

У відповідності ДСТУ Б В.1.1-36:2016:

п. 5.1. За вибухопожежною та пожежною небезпекою приміщення та будинки характеризують за категоріями А, Б, В, Г та Д, а зовнішні установки - за категоріями А<sub>3</sub>, Б<sub>3</sub>, В<sub>3</sub>, Г<sub>3</sub> та Д<sub>3</sub>.

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

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

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

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

## 2.1. Варіанти завдань із визначення та обґрунтування категорій будинку.

№ Варіанту за останньою цифрою шифру	W <sub>A</sub> , загальний об'єм приміщень категорії А, м <sup>3</sup>	W <sub>Б</sub> , загальний об'єм приміщень категорії Б, м <sup>3</sup>	W <sub>В</sub> , загальний об'єм приміщень категорії В, м <sup>3</sup>	Загальний об'єм будівлі, м <sup>3</sup>
1	30	60	90	2500
2	25	10	40	1000
3	25	30	45	1300
4	23	15	60	1800
5	50	22	250	1600
6	24	50	1000	2500
7	20	25	350	1000
8	40	67	120	1300
9	56	75	80	1250
10	30	23	280	1100

## 2.2. Методика розрахунку категорії будинку.

**Крок 1.** Визначаємо загальний об'єм будинку або протипожежного відсіку.

**Крок 2.** Визначаємо сумарний об'єм приміщень відповідної категорії в будинку або протипожежному відсіку.

Якщо сумарний об'єм приміщень відповідної категорії в будинку або протипожежному відсіку вже визначено, то проводимо розрахунок у % сумарного об'єму приміщень відповідної категорії в будинку або протипожежному відсіку до загального об'єму будівлі (%).

**Крок 3.** Визначаємо належності будинку або протипожежного відсіку відповідній категорії:

Визначаємо умову належності будинку або протипожежного відсіку до категорії «А» п. 8.2 ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

Якщо умова належності будинку або протипожежного відсіку до категорії «А» не виконується, то розрахунки проводяться у відповідності умови належності будинку або протипожежного відсіку до категорії «Б» п. 8.3 ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

Якщо умова належності будинку або протипожежного відсіку до категорії «Б» не виконується, то розрахунки проводяться у відповідності умови належності будинку або протипожежного відсіку до категорії «В» п. 8.4 ДСТУ

### **Б В.1.1-36:2016.**

Якщо умова належності будинку або протипожежного відсіку до категорії «В» не виконується, то розрахунки проводяться у відповідності умови належності будинку або протипожежного відсіку до категорії «Г» п. 8.5 ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

Якщо умова належності будинку або протипожежного відсіку до категорії «Г» не виконується, то розрахунки проводяться у відповідності умови належності будинку або протипожежного відсіку до категорії «Д» п. 8.6 ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

**Умова належності** будинку або протипожежного відсіку відповідній категорії визначена державним стандартом ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» Розділ 8 Категорії будинків та протипожежних відсіків за вибухопожежною та пожежною небезпекою:

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

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

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

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

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

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

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

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

### **2.3 Приклад розрахунку категорії будівлі.**

В триповерховій виробничій будівлі розміром в плані 80×20 м та висотою поверху 5 м розміщені такі приміщення:

- категорії «А», загальним об'ємом 500 м<sup>3</sup>;

- категорії «Б», загальним об'ємом 400 м<sup>3</sup>;
  - категорії «В», загальним об'ємом 3200 м<sup>3</sup>;
  - адміністративно-побутові приміщення, загальним об'ємом 19900 м<sup>3</sup>.
- Визначити категорію будівлі.

1. Визначаємо загальний об'єм будівлі

$$W_{\text{будівлі}} = (80 \times 20 \times 5) \times 3 = 24000 \text{ м}^3$$

2. Визначаємо сумарний об'єм приміщень категорії «А» = 500 м<sup>3</sup> (задано в умові задачі), сумарний об'єм приміщень категорії «А» становить 2,1% від загального об'єму будівлі, що менше 5% , тому будівлю не можна віднести до категорії «А», адже:

у відповідності з **ДСТУ Б В.1.1-36:2016 п. 8.2** Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії А, якщо в ньому сумарний об'єм приміщень категорії А перевищує більше ніж 5% загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

3. Визначаємо належність будівлі до категорії «Б»:

а) будівля не належить до категорії «А»;

б) сумарний об'єм приміщень категорії «А, Б» (500 + 400) м<sup>3</sup> становить 3,75 % від загального об'єму будівлі, що менше 5% тому будівлю не можна віднести до категорії «Б», адже:

у відповідності з **ДСТУ Б В.1.1-36:2016 п.8.3** Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії Б, якщо одночасно виконуються дві умови:

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

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

4. Визначаємо належність будівлі до категорії «В»:

а) будівля не належить до категорії «А» або «Б»;

б) сумарний об'єм приміщень категорії «А, Б та В» (500 + 400 + 3200) м<sup>3</sup> становить 17,1% від загального об'єму будівлі, що більше 5% тому будівля відноситься до категорії «В», адже:

у відповідності з **ДСТУ Б В.1.1-36:2016 п.8.4** Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії В, якщо одночасно виконуються дві умови:

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

б) сумарний об'єм приміщень категорій А, Б і В перевищує більше ніж 5% (10%, якщо в будинку або протипожежному відсіку відсутні приміщення категорій А і Б) загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

**Відповідь:** Виробнича будівля відноситься до категорії «В».



### **Завдання 3: Розрахунок площі легко скидних конструкцій (ЛСК) будівлі**

**Легкоскидні конструкції (ЛСК)** — елементи будівлі або споруди, що виконують проти вибуховий захист, який полягає у зменшенні тиску у випадку вибуху до безпечного для несучих та огорожувальних будівельних конструкцій рівня, щоб уникнути їх руйнування.

**У відповідності з ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд»**  
п.3.11 покриття, що легко скидається - Плоске або скатне суміщене покриття, шари якого не прикріплені до основи і можуть бути легко скинуті

5.6 Покриття, що легко скидається

5.6.1 Для суміщеного покриття об'єкта з вибухонебезпечними виробничими процесами (або з встановленим вибухонебезпечним обладнанням), котельні або складської будівлі, де можливе зберігання вибухонебезпечних виробів чи сировини, слід застосовувати на окремих ділянках покриття конструкції, що легко скидаються.

5.6.2 Для більшої ймовірності спрацьовування конструкцій, що легко скидаються, їх питома маса не повинна перевищувати  $70 \text{ кг/м}^2$ . У розрахунках слід приймати середню тривалість вибуху - 0,25 с.

5.6.3 Для попередніх розрахунків площа конструкцій покриття, що легко скидається, повинна складати  $0,03 \text{ м}^2/\text{м}^3$  загального об'єму виробничих приміщень категорії Б та  $0,05 \text{ м}^2/\text{м}^3$  об'єму приміщень категорії А (СНиП 2.09.02 п. 2.42).

**У відповідності з СНиП 2.09.02-85\* «Производственные здания»**

Конструктивні рішення. Загальні вимоги.

п. 2.42. У приміщеннях категорій А та Б слід передбачати зовнішні легкоскидні огорожувальні конструкції.

В якості легкоскидних конструкцій слід, як правило, використовувати скління вікон і ліхтарів. При недостатній площі скління допускається в якості легкоскидних конструкцій використовувати конструкції покриттів із сталевих, алюмінієвих і азбестоцементних листів і ефективного утеплювача. Площу легкоскидних конструкцій слід визначати розрахунком. При відсутності розрахункових даних площа легкоскидних конструкцій повинна становити не менше  $0,05 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  об'єму приміщення категорії А і не менше  $0,03 \text{ м}^2$  - приміщення категорії Б.

Примітки: 1. Віконне скло відноситься до легкоскидних конструкцій при товщині 3,4 і 5 мм і площі не менше (відповідно) 0,8, 1 і  $1,5 \text{ м}^2$ . Армване скло до легкоскидних конструкцій не відноситься.

2. Рулонний килим на ділянках легкоскидних конструкцій покриття слід розрізати на карти площею не більше  $180 \text{ м}^2$  кожна.

3. Розрахункове навантаження від маси легкоскидних конструкцій покриття повинна становити не більше  $0,7 \text{ кПа}$  ( $70 \text{ кгс/м}^2$ ).

### 3.1. Варіанти завдань щодо визначення площі легко скидних конструкцій (ЛСК) будівлі

№ Варіанту за останньою цифрою шифру	Речовина, яка знаходиться в приміщенні	T <sub>сп</sub> , °C	Надл. тиск вибуху, кПа	Об'єм приміщення, м <sup>3</sup>	Розмір вікна, що виконує функцію ЛСК		Кількість вікон, шт
					Довжина, м	Ширина, м	
1	Ацетон	- 18	10,2	1500	1,2	1,3	9
2	Бутан	- 69	13,5	2000	1,3	1,9	6
3	Бензин А-76	- 35	12,4	1200	1,5	2,5	4
4	Етилацетат	- 3	7,3	1100	2,9	1,1	6
5	Спирт метиловий	+ 6	6,6	2400	1,5	1,6	12
6	Бензол	- 11	10,6	2700	1,9	0,9	5
7	Бутилацетат	+ 29	5,3	1250	0,7	2,1	11
8	Спирт етиловий	+ 13	9,3	1950	1,8	1,2	10
9	Толуол	+ 7	5,4	1850	1,9	2,2	14
10	Пропан	-96	14,7	1550	1,3	1,9	5

### 2.2. Методика розрахунку площі ЛСК

Згідно з пунктом 2.42 СНиП 2.09.02-85 легкоскидні, огорожувальні конструкції необхідно передбачати в приміщеннях категорій «А» і «Б».

п. 2.42 СНиП 2.09.02-85 площу ЛСК слід визначати розрахунком, за відсутності розрахункових даних вона повинна складати не менше 0,05 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> об'єму приміщення категорії «А» та не менше 0,03 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> об'єму приміщень категорії «Б»

При перевірці проектних рішень або обстеженні об'єктів на відповідність вимогам пожежної безпеки противибухового захисту будівель в першу чергу виявляють перелік приміщень із вибухонебезпечними виробництвами.

**Крок 1.** Визначаємо категорію приміщення згідно з п. 6 ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

**Крок 2.** Визначаємо фактичну площу легкоскидних конструкцій:

$$F_{\text{лск}}^{\text{факт}} = n_{\text{вік}} \times F_{\text{вік}}$$

де:  $n_{\text{вік}}$  — кількість вікон;

$F_{\text{вік}}$  — площа скла, яка має виконувати функцію ЛСК, м<sup>2</sup>.

**Крок 3.** Визначаємо необхідну площу ЛСК:

$$F_{\text{лск}}^{\text{вим}} = f_{\text{лск}} \times W_{\text{пр}}$$



де:  $f_{лск}$  - питома необхідної площі вибухових люків,  $\text{м}^2/\text{м}^3$ .  
 $W_{пр}$  - об'єм приміщення, відповідної категорії,  $\text{м}^3$ .  
 $f_{лск} = 0,05 \text{ м}^2/\text{м}^3$  (приміщення категорії «А»),  $f_{лск} = 0,03 \text{ м}^2/\text{м}^3$   
(приміщення категорії «Б»), відповідно до п. 2.42 СНиП 2.09.02-85.

**Крок 4.** Перевіряємо умову відповідності легкоскридних конструкцій:

$$F_{лск}^{факт} \geq F_{лск}^{вим}$$

**Крок 5.** Робимо висновок про відповідність ЛСК.

### 2.3 Приклад розрахунку площі (ЛСК) будівлі

Запроектована будівля насосної станції по перекачуванню уайтспіриту ( $t_{оп} = 38^\circ \text{C}$ , розрахунковий надлишковий тиск вибуху 7,8 кПа) розміром  $30 \times 10 \times 5$  м, яка має 9 вікон з одинарним склом розміром  $1,2 \times 1,5$  м. Зробити висновок про відповідність легкоскридних огорожувальних конструкцій будівлі до вимог СНиП 2.09.02-85.

1. Визначаємо категорію приміщення насосної станції згідно з п. 6 ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

Оскільки обертається уайтспірит з  $t_{оп} = 38^\circ \text{C}$  (розрахунковий надлишковий тиск вибуху 7,8 кПа),  $\Rightarrow$  категорія приміщення «Б».

2. Записуємо умову відповідності легкоскридних конструкцій:

$$F_{лск}^{факт} \geq F_{лск}^{вим}$$

3. Визначаємо фактичну площу легкоскридних конструкцій:

$$F_{лск}^{факт} = n_{вік} \times F_{вік}$$

де:  $n_{вік}$  – кількість вікон;

$F_{вік}$  – площа скла, яка має виконувати функцію ЛСК,  $\text{м}^2$ .

$$F_{лск}^{факт} = 9 \times (1,2 \times 1,5) = 16,2 \text{ м}^2$$

4. Визначаємо необхідну площу ЛСК.

$$F_{лск}^{вим} = f_{лск} \times W_{пр} = 0,03 \times 30 \times 10 \times 5 = 45 \text{ м}^2$$

$W_{пр}$  - об'єм приміщення, відповідної категорії,  $\text{м}^3$ .

$f_{лск} = 0,03 \text{ м}^2/\text{м}^3$  (приміщення категорії «Б»), відповідно до п. 2.42 СНиП 2.09.02-85.

оскільки умова не виконується

$$F_{лск}^Ф < F_{лск}^В$$

**Висновок:** площа ЛСК будівлі не відповідає вимогам норм пожежної безпеки, необхідно збільшити фактичну площу ЛСК на  $28,8 \text{ м}^2$ .



## **Частина II «Визначення категорій приміщень та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою»**

### **2.1. Визначення категорій приміщень та зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною безпекою**

Оцінка вибухопожежонебезпеки об'єкта здійснюється за результатами відповідного аналізу пожежонебезпеки будівель, приміщень, інших споруд, характеру технологічних процесів і пожежонебезпечних властивостей речовин, які в них обертаються або знаходяться, з метою виявлення можливих обставин і причин виникнення вибухів і пожеж та їх наслідків.

Таким чином, методика аналізу вибухопожежонебезпеки зводиться до виявлення й оцінки потенційних і наявних джерел запалювання, умов формування горючого середовища, умов виникнення контакту джерел запалювання і горючого середовища, умов і причин поширення вогню в разі виникнення пожежі або вибуху, масштабів можливої пожежі, загрози життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу і матеріальним цінностям.

Необхідність матеріальної оцінки вибухопожежонебезпеки вимагає чітких критеріїв її визначення. Відомі два підходи до питань нормування в області вибухопожежонебезпеки: імовірнісний і детермінований.

Імовірнісний підхід, заснований на концепції допустимого ризику, передбачає недопущення впливу на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі з імовірністю, що перевищує нормативну.

Детермінований підхід базується на розподілі об'єктів за ступенем вибухопожежонебезпеки на категорії з позначенням їх конкретних кількісних меж залежно від параметра, що характеризує можливі наслідки пожежі і вибуху.

Класифікація об'єктів за вибухопожежною та пожежною безпекою при використанні обох підходів здійснюється з урахуванням допустимого рівня їх пожежної безпеки, а розрахунки критеріїв і показників її оцінки, у тому числі ймовірності пожежі (вибуху) - з урахуванням маси горючих і важкогорючих речовин і матеріалів, що знаходяться на об'єкті, вибухопожежонебезпечних зон, що утворюються при нормальних режимах ведення технологічних процесів і аварійних ситуаціях, можливих втрат для людей і матеріальних збитків.

Основою для встановлення нормативних вимог до конструктивних та планувальних рішень на промислових об'єктах, а також інших питань забезпечення їх вибухопожежонебезпеки є визначення категорій приміщень, будинків виробничого і складського призначення та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою.

Категорія виробничого і складського приміщення, будинку та зовнішньої установки за вибухопожежною та пожежною безпекою є основним показником рівня їх пожежної безпеки.

Категорійність за вибухопожежною та пожежною небезпекою обумовлює ступінь вогнестійкості будинку, граничні площі протипожежних відсіків, необхідність улаштування систем протипожежного захисту (пожежної сигналізації, пожежогасіння тощо).

Належність приміщень, будинків та зовнішніх установок до конкретної категорії, враховується при визначенні необхідних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки цих приміщень, будівель і установок. Необхідні заходи пожежної безпеки викладаються в нормативно-правових документах, які затверджуються в установленому порядку. При проектуванні та експлуатації об'єктів нормативні вимоги щодо забезпечення вибухопожежної та пожежної безпеки вказаних приміщень, будинків та зовнішніх установок враховуються відносно об'ємно-планувальних рішень, взаємного їх розміщення на генеральному плані, граничної поверховості (умовної висоти будинків), площ поверхів і протипожежних відсіків, конструктивних рішень, оснащення протипожежним інженерним обладнанням, спеціальної підготовки персоналу з питань пожежної безпеки тощо.

Правильний вибір категорії виробничих приміщень та будинків за вибухопожежною та пожежною небезпекою дозволяє встановити оптимальне співвідношення між безпекою виробництва та розміром капіталовкладень на його проектування та експлуатацію.

На теперішній час в Україні розроблено ДСТУ Б В.1.1-36:2016 *Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою* (далі - ДСТУ).

ДСТУ встановлює методику визначення категорій приміщень і будинків (або частин будинків у межах протипожежних відсіків) виробничого і складського призначення, а також зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою. Методика, викладена у ДСТУ, повинна використовуватися під час розроблення відомчих норм технологічного проектування.

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

Під час класифікації виробничих приміщень і зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою враховується:

- агрегатний стан вибухопожежонебезпечних речовин і матеріалів;
- вибухопожежонебезпечні властивості речовин і матеріалів (максимальний тиск вибуху стехіометричної концентрації горючих речовин у повітрі, теплота згорання, температура спалаху легкозаймистих рідин);
- реальні умови проведення технологічного процесу (тиск, температура, маса горючих речовин);
- наявність технічних засобів контролю і захисту від утворення вибухопожежних концентрацій на випадок розгерметизації технологічного обладнання (газоаналізатори, аварійна вентиляція, швидкодіючі системи

відключення пошкодженого апарату, технічні рішення з обмеження площі розливу рідини, аварійне зливання рідини, аварійний виток газу тощо);

- реальні умови утворення зон вибухонебезпечних концентрацій;
- надлишковий тиск вибуху при займанні горючого середовища;
- прогнозування найнесприятливішого варіанта аварії або періоду нормальної роботи апаратів, за якого у вибуху і горінні бере участь найбільша кількість речовин і матеріалів, найнебезпечніших щодо наслідків вибуху.

Визначення пожежонебезпечних властивостей речовин і матеріалів виконується на основі результатів випробувань або розрахунків за стандартними методиками.

Допускається використання довідкових даних, які опубліковані головними науково-дослідними організаціями у галузі пожежної безпеки. Допускається використання показників пожежної небезпеки для горючих сумішей речовин і матеріалів за найбільш небезпечним компонентом.

За вибухопожежною та пожежною небезпекою приміщення та будинки поділяють на категорії А, Б, В, Г та Д, а зовнішні установки – на категорії А<sub>з</sub>, Б<sub>з</sub>, В<sub>з</sub>, Г<sub>з</sub> та Д<sub>з</sub>.

## 2.2 Основні підходи до визначення категорій

Вибір варіанта аварії і вихідних даних для розрахунку категорій приміщень і зовнішніх установок виконується після детального вивчення технологічного процесу виробництва.

Складна технологічна схема вибухонебезпечного виробництва перед початком розрахунку розділяється на взаємопов'язані технологічні блоки за прямим ходом вибухонебезпечного потоку.

Межами для розділення технологічної схеми на блоки, окремі апарати або інші технологічні вузли, які містять вибухопожежонебезпечні продукти, може служити запірні арматура з ручним або дистанційним управлінням (у тому числі автоматичними відсікачами), яка встановлена на міжблочних трубопроводах як за прямим так і за оберненим потоками горючих матеріальних середовищ.

Визначається категорія приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою на підставі результатів розрахунку маси газів, парів ЛЗР та ГР, що потрапили у приміщення, надлишкового тиску вибуху  $\Delta P$  та питомої пожежної навантаги.

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

Довідкові дані щодо показників пожежної небезпеки деяких речовин і матеріалів та їх теплофізичні характеристики наведені у довіднику

«Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів та засоби їх гасіння» А.М. Баратов, 1990 р.

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

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

- а) відбувається розрахункова аварія одного з апаратів відповідно до 7.1.1;
- б) увесь вміст апарата потрапляє до приміщення;
- в) відбувається одночасне витікання речовин із трубопроводів, що живлять апарат за прямим і зворотним потоками протягом проміжку часу, який необхідний для перекривання трубопроводів.

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

Розрахунковий час перекривання трубопроводів слід приймати таким, що дорівнює:

- 1) часу спрацювання (приведення в дію) системи автоматики відключення (перекривання) трубопроводів - згідно з паспортними даними установки (елементів відключення системи автоматики) якщо імовірність відмови системи автоматики не перевищує  $10^{-6}$  на рік або забезпечується резервування її елементів;
- 2) 120 с, якщо імовірність відмови системи автоматики перевищує  $10^{-6}$  на рік і не забезпечується резервування її елементів;
- 3) 300 с у разі ручного відключення (перекривання).

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

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

г) відбувається випаровування з поверхні рідини, що розлилася; площа випаровування, у разі розливу на підлогу, визначається (за відсутності довідникових або експериментальних даних) виходячи з розрахунку, що 1 л розчинів, які містять 70% і менше (за масою) розчинників, розливається на площі  $0,5 \text{ м}^2$ , а інших рідин – на  $1 \text{ м}^2$  підлоги приміщення;

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

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

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

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

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

Вільний об'єм приміщення визначають як різницю між геометричним об'ємом приміщення з урахуванням підвісних стель та фальш підлог, у разі їх наявності, і об'ємом, який займає технологічне устаткування. Якщо вільний об'єм приміщення визначити неможливо, дозволено приймати його рівним 80% від геометричного об'єму приміщення.

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

Необхідні дані для технологічного блоку доцільно визначати за технологічним регламентом і паспортними даними на обладнання.

Параметрами, які характеризують речовини і матеріали, як найбільш небезпечні у відношенні вибуху, є агрегатний стан речовини (горючі гази, зрідженні горючі гази, ЛЗР, ГР, вибухонебезпечний пил і волокна), а також параметри процесу (підвищена температура і тиск, які сприяють інтенсивному розпиленню і випаровуванню під час аварійної розгерметизації).

При прогнозуванні аварійних ситуацій, які пов'язані з виходом ЛЗР і ГР, необхідно додатково враховувати випаровування рідин із відкритих у нормальних умовах ємностей і апаратів, із різних розпилювальних пристроїв, а також зі свіжопофарбованих поверхонь.

### 2.3. Порядок визначення категорій приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою визначають згідно з таблицею ДСТУ.

За ДСТУ визначення категорій приміщень слід здійснювати шляхом послідовної перевірки належності приміщень до категорій, як наведено у таблиці з ДСТУ нижче, від найбільш вибухопожежонебезпечної категорії А до найменш небезпечної категорії Д.

Таблиця 1 ДСТУ - Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) у приміщенні
1	2
А вибухопожежонебезпечна	Горючі гази, легкозаймісті рідини з температурою спалаху не вище ніж 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газо-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа, і/або речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.
Б вибухопожежонебезпечна	Горючі пил і/або волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху вище ніж 28°C, горючі рідини у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пило-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, який перевищує 5 кПа



<p>В пожежонебезпечна</p>	<p>Горючі гази, легкозайmistі, горючі і/або важкогорючі рідини, а також речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важкогорючі речовини і матеріали (включно горючий пил і/або волокна), за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються), не відносяться до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозайmistих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м<sup>2</sup> кожна перевищує 180 МДж·м<sup>-2</sup>. Якщо питома пожежна навантага не перевищує 180 МДж·м<sup>-2</sup>, то приміщення відноситься до категорії Д за умови виконання вимог пунктів 7.6.1, 7.6.5 та 7.6.8</p>
<p>Г помірно пожежонебезпечна</p>	<p>Негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я; горючі гази, рідини і/або тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо</p>
<p>Д знижено пожежонебезпечна</p>	<p>Речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорії приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В.</p>

Примітка 1 Площу окремих ділянок для твердих і рідких легкозайmistих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів, що складають пожежну навантагу, визначають за розмірами проєкції їх площі розміщення (складування), а також площі розливу під час розрахункової аварії на горизонтальну поверхню підлоги. У разі якщо граничні відстані між окремими ділянками що містять складові пожежної навантаги менші за мінімальні, які наведені у табл. 6 та п.п. 7.6.5, 7.6.7 ДСТУ відповідно, то площу пожежної навантаги визначають як загальну площу цих ділянок з урахуванням площі між ділянками.

Примітка 2 Якщо площа приміщення не перевищує 10 м<sup>2</sup> і в ньому знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) речовини і/або матеріали, зазначені в примітці 1, що складають пожежну навантагу під час розрахункової аварії, віднесення даного приміщення до певної категорії здійснюється за результатами розрахунків, викладених в п.п. 7.2-7.6 ДСТУ.

Розрахункова площа при визначенні питомої пожежної навантаги дорівнює фактичній площі приміщення.

Примітка 3 Під час розрахунку пожежної навантаги за формулою (29), важкогорючі речовини і матеріали (відповідно до ГОСТ 12.1.044-89) включаються у розрахунок у тому випадку, якщо вони знаходяться разом з горючими речовинами і матеріалами. Якщо у приміщенні знаходяться тільки важкогорючі речовини і матеріали, приміщення відноситься до категорії Д.

## **2.4. Підготовка вихідних даних для визначення категорій приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою**

На базі результатів вивчення характеристик виробничого або складського приміщення і технологічного процесу виробництва вибирається розрахунковий варіант розгерметизації технологічного блоку або інша аварійна ситуація.

Після аналізу технологічного процесу визначаються вихідні дані для проведення розрахунку категорії приміщення, а саме:

- довжина приміщення,  $l$ , м;
- ширина приміщення,  $b$ , м;
- висота приміщення,  $h$ , м;
- мінімальна відстань від поверхні пожежної навантаги до нижнього пояса ферм перекриття (покриття) або перекриття,  $H$ , м;
- вільний об'єм приміщення,  $V_{\text{вільн.}}$ ,  $\text{м}^3$ ;
- кратність повітрообміну, що створює аварійна вентиляція,  $A$ ,  $\text{год}^{-1}$ ;
- об'єм апарату,  $V$ ,  $\text{м}^3$ ;
- довжина трубопроводів відвідного та напірного,  $L$ ,  $\text{м}^3$ ;
- внутрішній радіус трубопроводів,  $r$ , м;
- максимальний тиск вибуху стехіометричної газопароповітряної або пилоповітряної суміші у замкнутому об'ємі,  $P_{\text{max}}$ , кПа;
- робочий (надлишковий) тиск у апараті та трубопроводі,  $P_p$ , кПа;
- площа свіжопофарбованих поверхонь,  $F_{\text{св}}$ ,  $\text{м}^2$ ;
- площа відкритої поверхні апаратів з ЛЗР і ГР,  $F_{\text{смк}}$ ,  $\text{м}^2$ ;
- розрахункова температура,  $t_p$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- молекулярна маса горючої речовини,  $M$ ,  $\text{кг}\cdot\text{кмоль}^{-1}$ ;
- вміст розчинника у розчині,  $\varphi$ , % (мас);
- ступінь заповнення апарата,  $\varepsilon$ ;
- маса горючої речовини в апараті до аварії,  $m$ , кг;
- густина горючої речовини при розрахунковій температурі,  $\rho$ ,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ;
- продуктивність насоса,  $q_n$ ,  $\text{м}^3\cdot\text{с}^{-1}$ ;
- витрата ГГ, яку визначають згідно з технологічним регламентом залежно від тиску газу у трубопроводі, його діаметра, температури газового середовища тощо,  $q$ ,  $\text{м}^3\cdot\text{с}^{-1}$ ;

- витрата, з якою продовжують надходити пилоподібні речовини до аварійного апарата по трубопроводах до моменту їх перекривання,  $q_n$ ,  $\text{кг}\cdot\text{с}^{-1}$ ;
- константи рівняння Антуана,  $A, B, C_a$ ;
- число атомів відповідно вуглецю, водню, кисню, галогенів у молекулі горючої речовини,  $n_c, n_H, n_o, n_x$ ;
- нижня концентраційна межа поширення полум'я по газопароповітряній суміші,  $C_{\text{НКМП}}$ , % (об.);
- температура спалаху горючої рідини,  $t_{\text{сп}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- теплота згоряння горючої речовини,  $H_T$ ,  $\text{кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ , що визначається за ДСТУ ISO 1928:2006.

Значення температури повітря у приміщеннях, які наводяться у прикладах, відповідно до ДСТУ є максимальними значеннями повітря у приміщенні для даної кліматичної зони.

## **2.5. Розрахунок категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою**

За вибухопожежною та пожежною небезпекою зовнішні установки поділяють на категорії на категорії А<sub>3</sub>, Б<sub>3</sub>, В<sub>3</sub>, Г<sub>3</sub> та Д<sub>3</sub> таблиця 6 ДСТУ.

Під час розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою зовнішніх установок як розрахунковий слід вибрати найнесприятливіший варіант аварії або період нормальної роботи апаратів, за якого у вибуху і/або горінні бере участь найбільша кількість речовин і/або матеріалів, найнебезпечніших щодо наслідків такого вибуху і/або горіння.

Кількість речовин, які потрапили до навколишнього простору, і які можуть утворювати вибухонебезпечні газо-, пароповітряні суміші, визначається, виходячи з таких передумов:

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

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

Розрахунковий час перекривання трубопроводів слід приймати таким, що дорівнює:

часу спрацювання (приведення в дію) системи автоматики відключення (перекривання) трубопроводів згідно з паспортними даними установки, якщо

ймовірність відмови системи автоматики не перевищує  $10^{-6}$  на рік або забезпечується резервування її елементів;

120 с, якщо ймовірність відмови системи автоматики перевищує  $10^{-6}$  на рік та у системі автоматики не забезпечується резервування її елементів;

300 с, у разі ручного перекривання.

Не допускається використання технічних засобів для перекривання трубопроводів, для яких час перекривання перевищує наведені вище значення.

Швидкодіючі клапани-відсікачі мають автоматично перекривати подавання газу (рідини) у разі порушення електропостачання або спрацювання автоматичної пожежної сигналізації;

г) відбувається випаровування з поверхні рідини, що розлилася із зовнішньої установки; площа випаровування у разі розливу на горизонтальну поверхню визначається (за відсутності довідникових або експериментальних даних), виходячи з розрахунку, що 1 л сумішей і розчинів, які містять 70% і менше (за масою) розчинників, розливається на площі  $0,1 \text{ м}^2$ , а інших рідин - на  $0,15 \text{ м}^2$ ;

д) тривалість випаровування рідини приймається рівною часу її повного випаровування, але не більше 3600 с.

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

Визначення категорій зовнішніх установок слід здійснювати шляхом послідовної перевірки їхньої належності до категорій, які наведені у таблиці 6 ДСТУ, від найбільш вибухопожежонебезпечної категорії  $A_3$  до найменш небезпечної категорії  $D_3$ . У таблиці 6 ДСТУ критеріями, за якими зовнішня установка відноситься до певної категорії, є горизонтальний розмір зони (відстань від апарата (установки) до краю зони), що обмежує газо-, пароповітряні суміші з концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я ( $C_{нкмл}$ ), розрахунковий надлишковий тиск, що розвивається у разі займання газо-, паро- або пилоповітряних сумішей, та інтенсивність теплового випромінювання від вогнища пожежі.

Таблиця 6 ДСТУ - Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Категорія зовнішньої установки	Критерії віднесення зовнішньої установки до тієї або іншої категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою
1	2
$A_3$ Вибухопожежонебезпечна	Установка відноситься до категорії $A_3$ , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази; легкозайmistі рідини з температурою спалаху не вище $28 \text{ }^\circ\text{C}$ ; речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним. При цьому горизонтальний розмір зони, що обмежує газо-, пароповітряні

	суміші із концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я ( $C_{нкмп}$ ), перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих газів і парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск вибуху, що розвивається в разі займання газо-, пароповітряних сумішей, і/або під час вибуху речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, перевищує 5 кПа на відстані 30 м від зовнішньої установки
Б <sub>з</sub> Вибухопо- жежонебез- печна	Установка відноситься до категорії Б <sub>з</sub> , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі пил і/або волокна; легкозаймисті рідини з температурою спалаху вище 28 °С; горючі рідини. При цьому горизонтальний розмір зони, що обмежує пароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я ( $C_{нкмп}$ ), перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск вибуху, що розвивається у разі займання пило-, пароповітряних сумішей перевищує 5 кПа на відстані 30 м від зовнішньої установки
В <sub>з</sub> Пожежоне- безпечна	Установка відноситься до категорії В <sub>з</sub> , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, тверді горючі і/або важкогорючі речовини і/або матеріали (включно з горючими пилом і/або волокнами), а також речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, за умови, що установка не відноситься до категорії А <sub>з</sub> або Б <sub>з</sub> . При цьому інтенсивність теплового випромінювання від вогнища пожежі перевищує 4 кВт · м <sup>-2</sup> на відстані 30 м від зовнішньої установки
Г <sub>з</sub>	Установка відноситься до категорії Г <sub>з</sub> , якщо в ній знаходяться (обертаються) негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я, а також горючі гази, рідини і/або тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо
Д <sub>з</sub>	Установка відноситься до категорії Д <sub>з</sub> , якщо вона не відноситься до категорій А <sub>з</sub> , Б <sub>з</sub> , В <sub>з</sub> або Г <sub>з</sub> .

Таблиця вибору завдань / прикладів

		Остання цифра шифру залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Передостання цифра шифру залікової книжки	0	1, 21	2, 22	3, 23	4, 24	5, 25	6, 26	7, 27	8, 28	9, 29	10, 30
	1	11, 31	12,32	13, 33	14, 34	15, 35	16, 36	17, 37	18, 38	19, 39	20, 40
	2	1, 21	2, 22	3, 23	4, 24	5, 25	6, 26	7, 27	8, 28	9, 29	10, 30
	3	11, 31	12,32	13, 33	14, 34	15, 35	16, 36	17, 37	18, 38	19, 39	20, 41
	4	1, 21	2, 22	3, 23	4, 24	5, 25	6, 26	7, 27	8, 28	9, 29	10, 30
	5	11, 31	12,32	13, 33	14, 34	15, 35	16, 36	17, 37	18, 38	19, 39	20, 40
	6	1, 21	2, 22	3, 23	4, 24	5, 25	6, 26	7, 27	8, 28	9, 29	10, 30
	7	11, 31	12,32	13, 33	14, 34	15, 35	16, 36	17, 37	18, 38	19, 39	20, 41
	8	1, 21	2, 22	3, 23	4, 24	5, 25	6, 26	7, 27	8, 28	9, 29	10, 30
	9	11, 31	12,32	13, 33	14, 34	15, 35	16, 36	17, 37	18, 38	19, 39	20, 40

**Номер варіанту для другої (II) частини роботи визначається за двома останніми цифрами шифру залікової книжки за таблицею № 1 Частина II. Наприклад, якщо шифр залікової книжки 546, варіант роботи (вибору завдань) - 7, 27.**

**Приклад 1.** Визначити категорію складського приміщення станції метрополітену розмірами 2,5 м х 3,5 м х 2,5 м. У приміщенні зберігаються тверді горючі і негорючі речовини і матеріали: 10 відер поліетиленових масою 0,6 кг кожне, лляне полотно (мішковина) масою 5 кг, полотно бавовняне масою 5 кг, віники дерев'яні масою 10 кг, поліетиленові швабри загальною масою 4 кг, металевий посуд, металеві драбини. Найнижча теплота згорання поліетилену становить  $47,14 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , льону розрихленого  $15,7 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , бавовни розрихленої -  $15,7 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , дерева –  $14,0 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

**Приклад 2.** Визначити категорію складського приміщення станції метрополітену розмірами 2,5 м х 3,5 м х 3,0 м. У приміщенні зберігаються тверді горючі і негорючі речовини і матеріали: 10 відер поліетиленових масою 0,6 кг кожне, лляне полотно (мішковина) масою 5 кг, полотно бавовняне масою 5 кг, віники дерев'яні масою 10 кг, металевий посуд, металеві драбини. Найнижча теплота згорання поліетилену становить  $47,14 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , льону розрихленого  $15,7 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , бавовни розрихленої -  $15,7 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , дерева –  $14,0 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

**Приклад 3.** Визначити категорію складського приміщення станції метрополітену розмірами 2,5 м х 3,5 м х 2,5 м. У приміщенні зберігаються тверді горючі і негорючі речовини і матеріали та горюча рідина: 10 відер поліетиленових масою 0,6 кг кожне, лляне полотно (мішковина) масою 5 кг, полотно бавовняне масою 5 кг, віники дерев'яні масою 10 кг, 20 кг трансформаторної оливи за ГОСТ 982-80 у металевій бочці, поліетиленові швабри загальною масою 4 кг, металевий посуд, металеві драбини. Найнижча теплота згорання поліетилену становить  $47,14 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , льону розрихленого  $15,7 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , бавовни розрихленої -  $15,7 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , дерева –  $14,0 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , трансформаторної оливи –  $43,11 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

**Приклад 4.** Визначити категорію складського приміщення станції метрополітену розмірами 2,5 м х 3,5 м х 2,5 м. У приміщенні зберігаються тверді горючі і негорючі речовини і матеріали і горючі рідини: відра поліетиленові об'ємом 10 л, масою 0,6 кг кожне, лляне полотно (мішковина) масою 5 кг, полотно бавовняне масою 5 кг, віники дерев'яні масою 10 кг, 20 кг трансформаторної оливи за ГОСТ 982-80 у металевій бочці, 10 кг уайт-спіріту за ГОСТ 3134-78 в металевій каністрі, поліетиленові швабри загальною масою 4 кг, металевий посуд, металеві драбини. Найнижча теплота згорання поліетилену становить  $47,14 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , льону розрихленого  $15,7 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , бавовни розрихленої -  $15,7 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , дерева –  $14,0 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , трансформаторної оливи –  $43,11 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , уайт-спіріту –  $43,97 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

**Приклад 5.** Визначити категорію складського приміщення розмірами 3 м х 3 м х 3 м в якому знаходяться 50 кг 1,5-нафталіндисульфокислоти у двох мішках

по 25 кг, 10 скляних бутлів по 10 л в кожному трихлоретилену, 5 бутлів по 10 л в кожному трихлороцтової кислоти, 5 мішків по 20 кг 2,4,6-трихлорфенілгідрозину.

**Приклад 6.** Визначити категорію складського приміщення розмірами 3 м x 3 м x 3 м в якому знаходяться 5 ящиків з 5 двохлітровими пляшками в кожному ундецілового альдегіду, 5 скляних бутлів по 10 л в кожному 1,2,4-триетилбензолу, 10 бутлів по 10 л в кожному трихлоретилену.

**Приклад 7** Складське приміщення для зберігання бочок з ацетоном. У приміщенні зберігається десять бочок з ацетоном, об'єм бочки 84 л = 0,084 м<sup>3</sup>. Розміри приміщення 11 x 10 x 6 м, температура у приміщенні 20 °С. Визначити до якої категорії відноситься приміщення складу для зберігання ацетону.

**Приклад 8.** Визначити категорію приміщення фарбувально-сушильного відділення електромашинного цеху Розрахунок надлишкового тиску вибуху  $\Delta P$  в приміщенні сушильно-просочувального відділення електромашинного цеху проводиться без урахування роботи загальнообмінної вентиляції.

У приміщенні знаходяться дві ємкості для покриття лаком БТ-99 полюсних котушок способом занурення з підвідними і відвідними трубопроводами. Розміри приміщення 32 x 10 x 8 м. Об'єм бака 0,5 м<sup>3</sup>. Ступінь заповнення бака лаком  $\varepsilon = 0,9$ . Довжина підвідного трубопроводу між насосом і баком 10 м, радіус 0,0125 м. Довжина відвідного трубопроводу між баком і заслонкою 10 м, радіус трубопроводу 0,02 м. Продуктивність насосу  $6,5 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup>. Час відключення насосу 300 с. У ємкість поперемінно завантажується і вивантажується по 10 котушок, які розміщені у корзині. Відкрите дзеркало випаровування кожної ємкості 1,54 м<sup>2</sup>. Загальна поверхня 10-ти свіжопофарбованих котушок складає 6,28 м<sup>2</sup>.

Температура у фарбувально-сушильному відділенні становить 37 °С. Температура лаку 37 °С.

У лаку БТ-99 (ГОСТ 8017-74) як розчинники використовується суміш із 46 % (мас.) ксилолу і 2 % (мас.) уайт-спіріту. Густина лаку 953 кг·м<sup>-3</sup>.

**Приклад 9.** Розрахувати надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$  в приміщенні сушильно-просочувального відділення електромашинного цеху з розмірами  $L \times S \times H = 32 \times 10 \times 8$  м з урахуванням роботи постійно працюючої загальнообмінної вентиляції, що задовольняє вимогам пункту 7.2.3 ДСТУ Б В.1.1-36-2016.

У приміщенні знаходяться дві ємкості для покриття лаком БТ-99 полюсних котушок способом занурення з підвідними і відвідними трубопроводами. Розміри приміщення 32 x 10 x 8 м. Об'єм бака 0,5 м<sup>3</sup>. Ступінь заповнення бака лаком  $\varepsilon = 0,9$ . Довжина підвідного трубопроводу між насосом і баком 10 м, радіус 0,0125 м. Довжина відвідного трубопроводу між баком і заслонкою 10 м,



радіус трубопроводу 0,02 м. Продуктивність насосу  $6,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . Час відключення насосу 300 с. У ємкість попеременно завантажується і вивантажується по 10 катушок, які розміщені у корзині. Відкрите дзеркало випаровування кожної ємкості  $1,54 \text{ м}^2$ . Загальна поверхня 10-ти свіжопофарбованих катушок складає  $6,28 \text{ м}^2$ .

Температура у фарбувально-сушильному відділенні становить  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура лаку  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ .

У лаку БТ-99 (ГОСТ 8017-74) як розчинники використовується суміш із 46 % (мас.) ксилолу і 2 % (мас.) уайт-спіріту. Густина лаку  $953 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

**Приклад 10.** Визначити категорію машинного залу за вибухопожежною небезпекою в якому виконуються роботи з миття електродвигунів на штатних місцях їх встановлення.

Приміщення машинного залу розмірами  $L \times S \times H = 60 \times 24 \times 20 \text{ м}$ . Геометричний об'єм приміщення  $28800 \text{ м}^3$ . Вільний об'єм приміщення  $V_{\text{віль}} = 23040 \text{ м}^3$ .

У приміщенні відбувається миття електродвигунів з використанням легкозаймистих рідин (ЛЗР).

Операції миття проводяться у три стадії.

Перша стадія. Протягом трьох годин із форсунок на електродвигун подається суміш бензину з гасом. Всього за цей час витрачається приблизно 20 л гасу і 80 л бензину. Після завершення першої стадії бруд, що знаходиться на поверхні двигуна, протягом однієї години розм'ягчається.

Друга стадія. Протягом приблизно п'яти годин на поверхню електродвигуна подається розпилений бензин. Витрачається приблизно 220 л бензину.

Третя стадія. Починається безпосередньо після другої стадії. На двигун подається розпилена суміш 49 л етилового спирту і 80 л бензину.

Приміщення обладнано постійно працюючою загальнообмінною вентиляцією з кратністю повітрообміну 5. Витяжні зонти розміщені безпосередньо біля місця миття електродвигунів.

На час виконання робіт у приміщенні знаходяться на зберіганні ЛЗР, які застосовуються для отримання миючих сумішей. Бензин і гас знаходяться у металевих бочках місткістю по 200 л кожна, спирт етиловий знаходиться у скляних бутлях місткістю 20 л кожний. Коефіцієнт заповнення ємкостей  $\varepsilon = 0,9$ .

Бензин АИ-93 (зимній) – молярна маса  $95,3 \text{ кг/кмоль}$ . Брутто-формула  $\text{C}_{6,911}\text{H}_{12,168}$ . Температура спалаху  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . Густина рідини  $\rho_p = 736,5 \text{ кг/м}^3$ . Константи Антуана:  $A = 4,26511$ ;  $B = 695,019$ ;  $C_A = 223,22$ . Теплота згорання  $H_T = Q_H^P = 43641 \text{ кДж/кг}$ . Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{\text{НКМПП}} = 1,1 \text{ \% (об)}$ .

Гас КО-22 (ГОСТ 4753-68) – молярна маса  $153,1 \text{ кг/кмоль}$ . Брутто-формула  $\text{C}_{10,914}\text{H}_{21,832}$ . Температура спалаху більше  $+ 40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Густина рідини  $\rho_p = 800 \text{ кг/м}^3$ . Константи Антуана:  $A = 5,59599$ ;  $B = 1394,72$ ;  $C_A = 204,26$ . Теплота

згорання  $H_T = Q_H^P = 43692$  кДж/кг. Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМПП} = 0,64$  % (об).

Спирт етиловий - молярна маса 46,07 кг/кмоль. Хімічна формула  $C_2H_6O$ .

Температура спалаху + 13 °С. Густина рідини  $\rho_p = 785$  кг/м<sup>3</sup>. Константи Антуана:  $A = 7,81158$ ;  $B = 1918,508$ ;  $C_A = 252,125$ . Теплота згорання  $H_T = Q_H^P = 30562$  кДж/кг. Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМПП} = 3,6$  % (об). Максимальний тиск вибуху  $P_{max} = 682$  кПа.

**Приклад 11.** Визначити категорію приміщення заводської фізико-хімічної лабораторії. Розміри приміщення: довжина 12,0 м, ширина 6,0 м, висота 3,5 м. Завод знаходиться у місті Одеса. Приміщення обладнано аварійною вентиляцією, яка відповідає вимогам п. 7.2.3 ДСТУ, кратність повітрообміну  $A = 6$  год<sup>-1</sup>.

У лабораторії використовуються легкозаймисті рідини етиловий і метиловий спирти. Загальна кількість ЛЗР у приміщенні, згідно встановлених норм, становить 2 л у скляних ємностях об'ємом 0,5 л. У приміщенні лабораторії знаходяться шафа витяжна, стіл для аналітичних вагів, три стільці. Лабораторне обладнання і меблі виготовлені із негорючих матеріалів.

Приміщення лабораторії розмірами  $L \times S \times H = 12 \times 6 \times 3$  м. Геометричний об'єм приміщення 216 м<sup>3</sup>. Вільний об'єм приміщення  $V_{віль} = 172,8$  м<sup>3</sup>. Кратність повітрообміну 6 год<sup>-1</sup> (0,00167 с<sup>-1</sup>). Температура повітря розрахункова 37 °С (СНиП 2.01.01-82)

Спирт етиловий - молярна маса 46,07 кг/кмоль. Хімічна формула  $C_2H_6O$ .

Температура спалаху + 13 °С. Густина рідини  $\rho_p = 785$  кг/м<sup>3</sup>. Константи Антуана:  $A = 7,81158$ ;  $B = 1918,508$ ;  $C_A = 252,125$  (при температурі від мінус 31 °С до 78 °С). Теплота згорання  $H_T = Q_H^P = 30562$  кДж/кг. Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМПП} = 3,6$  % (об). Максимальний тиск вибуху  $P_{max} = 682$  кПа.

Спирт метиловий - молярна маса 32,04 кг/кмоль. Хімічна формула  $CH_4O$ .

Температура спалаху + 6 °С. Густина рідини  $\rho_p = 786,9$  кг/м<sup>3</sup> при 25 °С. Константи Антуана:  $A = 7,3527$ ;  $B = 1660,454$ ;  $C_A = 245,818$  (при температурі від мінус 10 °С до 90,0 °С). Теплота згорання  $H_T = Q_H^P = 23839$  кДж/кг. Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМПП} = 6,98$  % (об). Максимальний тиск вибуху  $P_{max} = 682$  кПа.

**Приклад 12.** Визначити масу пари н-амілового спирту, що випарується в об'єм виробничого приміщення у результаті руйнування трубопроводу, по якому закачують у реактор н-аміловий спирт. Розміри виробничого приміщення: 20x15x4 м. Об'єм спирту у реакторі 0,5 м<sup>3</sup>. Робоча температура у реакторі 75 °С. Розрахункова температура для м. Одеса становить 37 °С.

**Приклад 13.** Складське приміщення. Складське приміщення представляє собою багато стелажний склад у якому передбачено зберігання на металевих стелажах негорючих матеріалів у картонних коробках. У кожному із десяти рядів стелажів міститься десять ярусів, у кожному ярусі шістнадцять відсіків, у кожному з відсіків зберігається по три картонні коробки, маса картону у яких по 1 кг. Верхня відмітка зберігання картонних коробок на стелажах складає 5 м, висота приміщення від підлоги до перекриття 7,2 м. Довжина стелажа складає 48 м, ширина 1,2 м, віддаль між рядами стелажів 2,8 м. Відстань від верхньої відмітки пожежної навантаги (від коробок верхнього ярусу) до плит перекриття становить  $7,2 \text{ м} - 5 \text{ м} = 2,2 \text{ м}$ .

**Приклад 14.** У складському приміщенні зберігається картон. Розміри приміщення: 24 м х 20 м х 6 м. Визначити кількість картону, що може зберігатись на одиниці площі ділянки приміщення, граничну площу окремої ділянки, за яких приміщення складу буде відноситись до категорії В або Д. Нижча питома теплота згорання картону складає 13,4 МДж/кг

**Приклад 15.** Виробнича лабораторія. У приміщенні лабораторії розміщені: шафа витяжна хімічна, стіл для аналітичних вагів, два стільці. У лабораторії можна виділити одну ділянку площею  $10 \text{ м}^2$ , на якій розміщені дерев'яний стіл і два дерев'яні стільці. Загальна маса дерева на цій ділянці становить 47 кг. Інших горючих матеріалів на цій ділянці немає. Інших ділянок з пожежною навантагою у лабораторії немає. Найнижча теплота згорання для деревини становить  $13,8 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$

**Приклад 16.** Розрахувати категорію складського приміщення для зберігання борошна. Складське приміщення має розміри в плані 22 х 12,85 м, висота приміщення становить 5,77 м. Об'єм приміщення -  $1\ 631,2 \text{ м}^3$ . У приміщенні зберігається пшеничне борошно, фасоване у поліпропіленові мішки по 50 кг. Мішки по 20 шт. складені на палети (дерев'яні піддони). Максимальна висота складування - 3,9 м. Загальна місткість складу становить 600 палет. Пожежну навантагу у приміщенні становлять: пшеничне борошно, поліпропіленові мішки, палети (дерев'яні піддони). Щонайменше третина від об'єму приміщення зайнята мішками з пшеничним борошном. Вільний об'єм становить 0,67 від геометричного об'єму і дорівнює  $1092,904 \text{ м}^3$ .

**Приклад 17.** Визначити, до якої категорії відноситься приміщення станції з перекачки метану розмірами 12 м х 6 м х 3 м, у якому знаходиться резервуар об'ємом  $10 \text{ м}^3$ , трубопроводи внутрішнім діаметром 40 мм, довжина до засувки на підводящому трубопроводі 5 м, на відвідному – 3 м. Тиск у системі 5 атм. Кратність повітрообміну 5 за годину. Забезпечено резервування елементів автоматики, що відключають подавання газу. Коефіцієнт вільного об'єму  $K_{\text{вільн.}} = 80\%$ . Температура повітря у приміщенні  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Приклад 18.** Визначити категорію приміщення стиснення етилену розмірами 12 м x 9 м x 12 м, у якому знаходиться апарат з етиленом об'ємом  $10 \text{ м}^3$  до якого підходять трубопроводи внутрішнім діаметром 90 мм, довжина до засувки на підводящому трубопроводі 0,5 м, на відвідному 4,5 м.

Тиск у системі 244,42 кПа, продуктивність компресора  $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ , кратність аварійної вентиляції  $8 \text{ год}^{-1}$ , відключення ручне, температура повітря у приміщенні  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Приклад 19.** Визначити категорію приміщення акумуляторної розмірами 3 x 4 x 3 м, у якому заряджається акумуляторна батарея (ГОСТ 26881-86 Акумуляторы свинцовые стационарные. Общие технические условия) СК-4 з 12-ти акумуляторів та батарея СК-1 з 13 акумуляторів. Акумуляторні батареї заряджаються на стелажах. Температура повітря у приміщенні  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . За розрахункову аварійну ситуацію приймають відмову у роботі вентиляції протягом 1 години.

#### **Приклад 20.**

Визначити категорію приміщення акумуляторної розмірами 3 x 4 x 3 м, у якому заряджається акумуляторна батарея (ГОСТ 26881-86 Акумуляторы свинцовые стационарные. Общие технические условия) СК-4 з 12-ти акумуляторів та батарея СК-1 з 13 акумуляторів. Акумуляторні батареї заряджаються на стелажах. Температура повітря у приміщенні  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Наявна вентиляція з кратністю повітрообміну  $A = 7 \text{ год}^{-1}$

**Приклад 21.** Визначити категорію приміщення насосної по перекачуванню етиленгліколю.

Розміри приміщення: 8 м x 6 м x 5 м, температура повітря у приміщенні  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , коефіцієнт вільного об'єму приміщення,  $K_{\text{вільн.}} = 80 \%$ , кратність повітрообміну,  $A = 0 \text{ год}^{-1}$ . Температура рідини  $215 \text{ }^\circ\text{C}$ . Насос продуктивністю  $0,02 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ , робочий тиск 2 атм. Довжина трубопроводів до насосу: підвідного 3 м, відвідного (напірного) 3 м, внутрішній радіус - 0,05 м. Тривалість відключення трубопроводів 3 с.

Характеристика речовини: етиленгліколь,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ , молекулярна маса  $M = 62,07$ ;

Теплота випаровування  $H_{\text{вип}} = 812,2 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ; Теплоємність  $C_{\text{рід}} = 2,35 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ; Температура спалаху -  $111 \text{ }^\circ\text{C}$ ; Густина рідини  $\rho_{\text{р}} = 1113,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;

Температура кипіння  $t_{\text{к}} = 197,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ; Число атомів у молекулі горючої речовини: вуглецю  $n_{\text{с}} = 2$ ; водню  $n_{\text{н}} = 6$ ; кисню  $n_{\text{о}} = 2$ ; галогенів  $n_{\text{х}} = 0$ . Максимальний тиск вибуху,  $P_{\text{max}} = 900 \text{ кПа}$ . Теплота згорання  $H_{\text{т}} = 19329 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

Характеристика технологічного блоку: робочий надлишковий тиск  $P_{\text{р}} = 200 \text{ кПа}$ , температура рідини  $t_{\text{роб.}} = 215 \text{ }^\circ\text{C}$ , продуктивність (подача) насосу  $q_{\text{н}} = 0,02 \cdot \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . Підвідний трубопровід: довжина,  $L_1 = 3,0 \text{ м}$ ; радіус,  $r_1 = 0,05 \text{ м}$ ;

Відвідний трубопровід: довжина,  $L_2 = 3,0$  м; радіус,  $r_2 = 0,05$  м. Тривалість відключення (перекривання) трубопроводів  $\tau_T = 3$  с.

**Приклад 22.** Визначити категорію складського приміщення, де зберігаються балони із зрідженим газом.

Складське приміщення розмірами 15 x 10 x 5 м. У приміщенні зберігаються балони з пропаном-бутаном об'ємом 27 л, робочий тиск у балоні 1,6 МПа, маса зрідженого газу у балоні 21,2 кг. Температура у приміщенні 25 °С. Коефіцієнт вільного об'єму приміщення,  $K_{\text{вільн.}} = 80$  %, кратність повітрообміну,  $A = 0$  год<sup>-1</sup>. Характеристика речовини: пропан,  $C_3H_8$ ; бутан,  $C_4H_{10}$ ; молекулярна маса пропану  $M = 44,096$ ; молекулярна маса бутану  $M = 58,123$ ; температура кипіння пропану  $t_k = -42,06$  °С; температура кипіння бутану  $t_k = -0,5$  °С;

Константи рівняння Антуана: для пропану:  $A = 5,95547$ ;  $B = 813,864$ ;  $C_a = -248,116$  для інтервалу температур від -189 °С до -42 °С; для бутану:  $A = 6,00525$ ;  $B = 968,098$ ;  $C_a = -242,555$  для інтервалу температур від -138 °С до 0 °С;

Теплота згорання: для пропану  $H_T = 2044$  кДж·моль<sup>-1</sup>, для бутану  $H_T = 2657$  кДж·моль<sup>-1</sup>.

Нижня концентраційна межа займання: пропану  $C_{\text{нкмп}} = 2,3$  % (об); бутану  $C_{\text{нкмп}} = 1,8$  % (об).

Максимальний тиск вибуху: пропану  $P_{\text{max}} = 843$  кПа; бутану  $P_{\text{max}} = 843$  кПа.

Характеристика технологічного блоку: об'єм балону,  $V = 27 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>, робочий надлишковий тиск у апараті  $P_p = 1616,00$  кПа, температура газу  $t_{\text{роб.}} = 25$  °С, маса зрідженого газу у апараті  $m = 21,2$  кг.

**Приклад 23.** Складське приміщення для зберігання бочок з ацетоном. У приміщенні зберігається десять бочок з ацетоном, об'єм бочки 84 л = 0,084 м<sup>3</sup>. Розміри приміщення 11 x 10 x 6 м, температура у приміщенні 20 °С. Коефіцієнт вільного об'єму приміщення,  $K_{\text{вільн.}} = 80$  %, кратність повітрообміну,  $A = 0$  г<sup>-1</sup>.

Характеристика речовини: ацетон,  $C_3H_6O$ ; молекулярна маса ацетону  $M = 58,08$ ; температура спалаху,  $t_{\text{сп}}$  у відкритому тиглі = -9 °С; у закритому тиглі = -18 °С;

Константи рівняння Антуана розраховані з використанням тиску ацетону, взятого у кПа:  $A = 6,37551$ ;  $B = 1281,721$ ;  $C_a = 237,088$ ; густина рідини  $\rho_p = 790,8$  кг·м<sup>-3</sup>; число атомів у молекулі горючої рідини: вуглець  $n_c = 3$ ; водню  $n_h = 6$ ; кисню  $n_o = 1$ ; галогенів  $n_x = 0$ .

Теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006  $H_T = 31360$  кДж·кг<sup>-1</sup>. Максимальний тиск вибуху  $P_{\text{max}} = 572$  кПа.

Характеристика технологічного блоку: об'єм бочки,  $V = 0,084$  м<sup>3</sup>; ступінь заповнення  $\varepsilon = 0,95$ ; температура рідини  $t_{\text{роб.}} = 20$  °С.

**Приклад 24.** Визначити категорію приміщення пресової ділянки. Розміри приміщення 12 x 6 x 5 м. Коефіцієнт вільного об'єму приміщення,  $K_{\text{вільн.}} = 70$

%, кратність повітрообміну,  $A = 0 \text{ год}^{-1}$ . Тиск масла у системі  $20 \text{ кг}\cdot\text{см}^{-2}$ . Внутрішній діаметр трубок  $10 \text{ мм}$ .

Робоча рідина – олива АМГ-300Т, густина оливи  $970 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ , температура спалаху оливи  $170 \text{ }^\circ\text{C}$ , теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006 становить  $40224 \text{ кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ . Температура повітря  $t_{\text{пов.}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Коефіцієнт вільного об'єму  $70 \%$ .

Характеристика технологічного блоку: тиск оливи у системі  $2020 \text{ кПа}$ , внутрішній радіус трубок  $r = 0,005 \text{ м}$ .

**Приклад 25.** Визначити категорію приміщення фарбувального відділення за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

У приміщенні розмірами  $35 \text{ м} \times 21 \text{ м} \times 7 \text{ м}$  проводиться фарбування трьох виробів загальною площею поверхні  $90 \text{ м}^2$  кожний, розміщено 3 бака ємкістю  $60 \text{ л}$  кожний, які живлять насоси з ручним відключенням та продуктивністю  $1,4 \text{ л}\cdot\text{хв}^{-1}$  кожний. Дві фарбувальні камери  $5 \times 4 \times 6 \text{ м}$  та одна решітка площею  $36 \text{ м}^2$ . Найбільша довжина трубопроводу від бака до засувки  $36 \text{ м}$ , внутрішній радіус трубопроводу  $21 \text{ мм}$ . Розчинник – ацетон, доля якого у фарбі складає  $0,65$ . Ступінь заповнення баків –  $0,9$ . Температура повітря у приміщенні становить  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . Витрата фарби на  $1 \text{ м}^2$  –  $200 \text{ гр}$ .

Характеристика виробничого (складського) приміщення: коефіцієнт вільного об'єму приміщення,  $K_{\text{вільн.}} = 80 \%$ , кратність повітрообміну,  $A = 0 \text{ год}^{-1}$ ; температура повітря,  $t_{\text{пов.}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Характеристика речовини: ацетон,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ; молекулярна маса ацетону  $M = 58,08$ ; Константи рівняння Антуана розраховані з використанням тиску ацетону, взятого у  $\text{кПа}$ :  $A = 6,37551$ ;  $B = 1281,721$ ;  $C_a = 237,088$ ; густина рідини  $\rho_r = 790,8 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ; Число атомів у молекулі горючої рідини: вуглець  $n_c = 3$ ; водню  $n_h = 6$ ; кисню  $n_o = 1$ ; галогенів  $n_x = 0$ . Теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006  $H_T = 31360 \text{ кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ . Максимальний тиск вибуху  $P_{\text{max}} = 572 \text{ кПа}$ ; Нижня концентраційна межа поширення полум'я –  $2,7 \%$  (об).

Характеристика технологічного блоку: об'єм бака,  $V = 0,06 \text{ м}^3$ , ступінь заповнення  $\varepsilon = 0,9$ ; температура рідини  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ ; надлишковий тиск у баку  $P_p = 0 \text{ кПа}$ . Кількість баків - 3; кількість виробів площею  $90 \text{ м}^2$  - 3; кількість решіток - 1; площа решітки  $36 \text{ м}^2$ ; продуктивність насосу  $q = 1,4 \text{ л/хв.} = 0,023 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . Підвідний трубопровід: довжина  $L_1$  -  $36 \text{ м}$ ; внутрішній радіус  $r_1$  -  $0,021 \text{ м}$ ; відвідний трубопровід: довжина  $L_2$  -  $0 \text{ м}$ ; внутрішній радіус  $r_2$  -  $0 \text{ м}$ ; час відключення трубопроводів  $\tau_T = 300 \text{ с}$ ; додаткові джерела випаровувань: площа поверхонь відкритих баків -  $0 \text{ м}^2$ ; витрати фарби на  $1 \text{ м}^2$  -  $0,2 \text{ кг}$ .

**Приклад 26.** Визначити категорію приміщення розмірами  $35 \text{ м} \times 21 \text{ м} \times 7 \text{ м}$  проводиться фарбування трьох виробів загальною площею поверхні  $90 \text{ м}^2$  кожний, розміщено 3 бака ємкістю  $60 \text{ л}$  кожний, які живлять насоси з ручним відключенням та продуктивністю  $1,4 \text{ л}\cdot\text{хв}^{-1}$  кожний. Дві фарбувальні камери  $5 \times 4 \times 6 \text{ м}$  та одна решітка площею  $36 \text{ м}^2$ . Найбільша довжина трубопроводу від

бака до засувки 36 м, внутрішній радіус трубопроводу 21 мм. Розчинник – ацетон, доля якого у фарбі складає 0,65. Ступінь заповнення баків – 0,9. Температура повітря у приміщенні становить 22 °С. Витрата фарби на 1 м<sup>2</sup> – 200 гр.

Характеристика виробничого (складського) приміщення: коефіцієнт вільного об'єму приміщення,  $K_{\text{вільн.}} = 80 \%$ , кратність повітрообміну,  $A = 6 \text{ год}^{-1}$ ; температура повітря,  $t_{\text{пов}} = 22 \text{ °С}$ .

Характеристика речовини: ацетон,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ; молекулярна маса ацетону  $M = 58,08$ ; Константи рівняння Антуана розраховані з використанням тиску ацетону, взятого у кПа:  $A = 6,37551$ ;  $B = 1281,721$ ;  $C_a = 237,088$ ; густина рідини  $\rho_p = 790,8 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ; Число атомів у молекулі горючої рідини: вуглець  $n_c = 3$ ; водню  $n_h = 6$ ; кисню  $n_o = 1$ ; галогенів  $n_x = 0$ . Теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006  $H_T = 31360 \text{ кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ . Максимальний тиск вибуху  $P_{\text{max}} = 572 \text{ кПа}$ ; Нижня концентраційна межа поширення полум'я – 2,7 % (об).

Характеристика технологічного блоку: об'єм бака,  $V = 0,06 \text{ м}^3$ , ступінь заповнення  $\varepsilon = 0,9$ ; температура рідини 22 °С; надлишковий тиск у баку  $P_p = 0 \text{ кПа}$ . Кількість баків - 3; кількість виробів площею 90 м<sup>2</sup> - 3; кількість решіток - 1; площа решітки 36 м<sup>2</sup>; продуктивність насосу  $q = 1,4 \text{ л/хв.} = 0,023 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . Підвідний трубопровід: довжина  $L_1 - 36 \text{ м}$ ; внутрішній радіус  $r_1 - 0,021 \text{ м}$ ; відвідний трубопровід: довжина  $L_2 - 0 \text{ м}$ ; внутрішній радіус  $r_2 - 0 \text{ м}$ ; час відключення трубопроводів  $\tau_T = 300 \text{ с}$ ; додаткові джерела випаровувань: площа поверхонь відкритих баків - 0 м<sup>2</sup>; витрати фарби на 1 м<sup>2</sup> - 0,2 кг.

**Приклад 27.** Визначити категорію приміщення фарбоприготувального відділення малярного цеху за вибухопожежною та пожежною небезпекою. У технологічному процесі обертається розчинник – ксилол. Для обмеження розтікання ксилолу з технологічного блоку в результаті аварії у приміщенні використані бортики. Площа навколо технологічного блоку, обмежена бортиками, становить 15 м<sup>2</sup>.

Характеристика приміщення: довжина  $l, \text{ м} - 20$ ; ширина  $b, \text{ м} - 6$ ; Відношення довжини до ширини приміщення,  $l/b, - 3,33$ ; Висота  $h, \text{ м} - 5,2$ ; Площа  $S_{\text{п}}, \text{ м}^2 - 120$ ; Об'єм вільний  $V_{\text{вільн.}}, \text{ м}^3 - 500 (0,8 \cdot 120 \cdot 5,2)$ , Розрахункова температура повітря – 37 °С.

Характеристика технологічного блоку: об'єм мірника,  $V_{\text{мір.}}, \text{ м}^3, - 0,075$ ; ступінь заповнення,  $\varepsilon - 0,9$ ; напірний трубопровід: довжина,  $L_1, \text{ м} - 10$ ; діаметр  $d_1, \text{ мм} - 25$ ; відвідний трубопровід: довжина,  $L_2, \text{ м} - 10$ ; діаметр  $d_2, \text{ мм} - 40$ ; продуктивність насосу  $q_n, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}, - 6,5 \cdot 10^{-5}$ ; час відключення насосу  $\tau_n, \text{ с} - 300$ .

Характеристика речовини: ксилол (ГОСТ 9949-76\* Ксилол каменноугольный. Технические условия.), хімічна формула (суміш ізомерів) -  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ ; Густина рідини  $\rho_p, \text{ кг/м}^3 - 855$ ; Молекулярна маса  $M, \text{ кг/моль} - 106,17$ ;

Константи рівняння Антуана розраховані з використанням тиску ксилолу, взятого у кПа:  $A - 6,17972$ ;  $B - 1478,16$ ;  $C_A - 220,535$ ; Температура спалаху - 29

°C; Теплота згоряння за ДСТУ ISO 1928:2006  $H_T = 5609$  кДж/моль = 52,83 МДж·кг<sup>-1</sup>; Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМП}$  % (об) - 1,1.

**Приклад 28.** Визначити категорію приміщення приготування лаків за вибухопожежною та пожежною небезпекою. У лаку використовується суміш розчинників етилацетату та толуолу, співвідношення яких невідомо. У приміщенні знаходиться дві ємкості з сумішшю розчинників.

Характеристика приміщення: довжина  $l$ , м - 30; ширина  $b$ , м - 6; відношення довжини до ширини приміщення,  $l/b$ , - 5; висота  $h$ , м - 7; площа  $F$ , м<sup>2</sup> - 180; об'єм вільний  $V_{вільн.}, м^3$  - 1008. Розрахункова температура повітря - 37 °C. Швидкість повітряного потоку - 0.

Характеристика технологічного блоку: об'єм ємкості,  $V_{емк}$ , м<sup>3</sup>, - 0,1; ступінь заповнення,  $\epsilon$  - 0,9.

Характеристика речовини:

етилацетат  $C_4H_8O_2$ ; густина рідини  $\rho_r$ , кг/м<sup>3</sup> - 900,3; молекулярна маса  $M$ , кг/моль - 88,10; константи рівняння Антуана розраховані з використанням тиску парів етилацетату, взятого у кПа:  $A$  - 6,22672;  $B$  - 1244,951;  $C_A$  - 217,881; Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМП}$  % (об) - 2. Теплота згоряння - 2078 кДж/моль = 23,58 МДж/кг

толуол  $C_7H_8$ ; густина рідини  $\rho_r$ , кг/м<sup>3</sup> - 866,9; молекулярна маса  $M$ , кг/моль - 92,14; константи рівняння Антуана розраховані з використанням тиску толуолу, взятого у кПа:  $A$  - 6,0507;  $B$  - 1328,171;  $C_A$  - 217,713; максимальний тиск вибуху - 634 кПа; нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМП}$  % (об) - 1,27. Теплота згоряння - 3771,88 кДж/моль = 40,96 МДж/кг.

**Приклад 29.** Визначити категорію приміщення шліфувального відділення меблевого виробництва за вибухопожежною і пожежною небезпекою.

Приміщення шліфувального відділення меблевого виробництва розміром 30 x 20 x 5 м, в якому встановлено 5 шліфувальних верстатів. Продуктивність одного верстату за годину - 4 вироби з берези розміром 1,8 м x 2 м. У процесі шліфування знімається шар деревини товщиною 0,5 мм з оброблюваної поверхні виробу. Витяжна місцева система вентиляції виводить 75% пилу, що виділяється у процесі шліфування. 70% пилу, що потрапляє у приміщення, осідає у важкодоступних місцях. Циклон для збирання пилу знаходиться за межами будівлі. Керування вентиляційною системою ручне. Шліфувальне відділення працює в одну 8-годинну зміну 5 днів на тиждень. Прибирання приміщення ручне, сухе, 1 раз на добу. Генеральне прибирання 1 раз на місяць. Температура у приміщенні 20 °C.

Характеристика виробничого (складського) приміщення: коефіцієнт вільного об'єму 80 %; температура повітря  $t_{пов} = 20$  °C, кратність повітрообміну - 0 год<sup>-1</sup>.



Характеристика речовини: березовий пи́л, густина пи́лу  $640 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ , дисперсність: частинок менше  $350 \text{ мкм}$   $100\%$ , теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006 становить  $1,67\cdot 10^7 \text{ Дж}\cdot\text{кг}^{-1}$ .

Характеристика технологічного блоку: маса горючого пи́лу у технологічному апараті  $M_a = 0 \text{ кг}$ , кількість верстатів  $N=5$ ; продуктивність верстату  $n=4$  виробів  $\text{год}^{-1}$ , об'єм деревини, що знімається з одного виробу,  $V_d = 1,8 \text{ м} \times 2 \text{ м} \times 0,0005 \text{ м}$ ; коефіцієнт ефективності пилоприбирання  $K_{\text{пр.}} = 0,6$ ; частка пи́лу, що видаляється з приміщення витяжною вентиляцією  $\alpha = 0,75$ ; частку пи́лу, що осідає на важкодоступних місцях  $\beta_2 = 0,7$ ; частку пи́лу, що осідає на легкодоступних місцях  $\beta_1 = 0,3$ ; частка горючого пи́лу у масі відкладеного пи́лу  $K_2 = 1,0$ , частка відкладеного у приміщенні пи́лу, що може перейти у аерозольний стан у результаті аварії  $K_{\text{зв}}=0,9$ .

**Приклад 30.** Визначити категорію приміщення складу зберігання лужних металів у контейнерах. Назва металу – натрій, кількість у контейнері –  $3 \text{ кг}$ . Температура повітря у приміщенні  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Вільний об'єм приміщень  $120 \text{ м}^3$ . температура повітря  $t_{\text{пов}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , кратність повітрообміну -  $0 \text{ год}^{-1}$ . Густина водню -  $0,0831 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Максимальний тиск вибуху –  $730 \text{ кПа}$ .

**Приклад 31.** Визначити категорію приміщення з горючими газами, легкозаймистими рідинами, горючими рідинами, пилом, твердими речовинами і матеріалами.

Приміщення малярно-здавального цеху тракторно-складального корпусу. У приміщенні цеху здійснюється фарбування і сушка пофарбованих тракторів. У сушильних камерах як паливо використовується природний газ. Відключення газу на випадок аварії ручне. Надлишок фарби з фарбувальних камер змивається водою в коагуляційний басейн, з якого після відділення води від фарби видаляється по трубопроводу за межі приміщення для подальшої її утилізації. Об'єм приміщення фарбувальної ділянки малярно-здавального цеху  $V_{\text{п}} = 112266,07 \text{ м}^3$ ; коефіцієнт вільного об'єму  $80 \%$ ; температура повітря  $t_{\text{пов}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ; кратність повітрообміну -  $0 \text{ год}^{-1}$ .

Характеристика технологічного блоку:

- газ метан надходить по підвідному трубопроводу діаметром  $d = 0,219 \text{ м}$ , загальною довжиною ділянок трубопроводів  $L = 1152 \text{ м}$  під тиском  $178,4 \text{ кПа}$ ;
- вільна поверхня басейна коагуляції  $F = 226,84 \text{ м}^2$ ;
- маса розчинника сольвенту, що випаровується з пофарбованих виробів при працюючому конвеєрі за  $3600 \text{ с}$  становить  $74,836 \text{ кг}$  ( $m_{\text{св.}}$ );
- маса газу метану, що надходить з трубопроводів при його розгерметизації за  $300 \text{ с}$  становить  $107,97 \text{ кг}$  ( $m_{\text{метан.}}$ );
- маса розчинника сольвенту, що випаровується з вільної поверхні басейна коагуляції за час  $3600 \text{ с}$  становить  $26,0658 \text{ кг}$  ( $m_{\text{бас.}}$ ).

Розрахункова температура  $t_p$ ,  $^\circ\text{C}$ : - у приміщенні  $t_{\text{п}} = 39$ ; - у сушильній камері  $t_{\text{к}} = 80$ .

**Приклад 32.** Визначити категорію приміщення проміжного паливного баку резервної дизельної електростанції. У приміщенні знаходиться паливний бак з дизельним паливом марки «З» (ДСТУ 3868-99 Паливо дизельне. Технічні умови) об'ємом  $6,3 \text{ м}^3$ , ступінь заповнення бака наливом 0,9.

Розміри приміщення  $4 \times 4 \times 3,6$ . Загальна довжина підвідного і відвідного трубопроводів – 10 м. (5+5). Внутрішній радіус 0,05 м. Витрата дизельного палива у трубопроводах  $1,5 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1} = 0,0015 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ .

Характеристика виробничого (складського) приміщення: довжина  $l = 4$  м, ширина  $b = 4$  м, висота  $h = 3,6$  м, коефіцієнт вільного об'єму приміщення,  $K_{\text{вільн.}} = 80 \%$ , кратність повітрообміну,  $A = 0 \text{ год}^{-1}$ ; температура повітря,  $t_{\text{пов}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Характеристика речовини: назва дизельне паливо марки «З»,  $\text{C}_{12,343}\text{H}_{23,889}$ ; температура спалаху  $t_{\text{сн}} = 48 \text{ }^\circ\text{C}$ ; молекулярна маса  $M = 172,3 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$ ; Константи рівняння Антуана розраховані з використанням тиску парів дизельного палива, взятого у мм.рт.ст.:  $A = 5,98338$ ;  $B = 1255,73$ ;  $C_a = 199,523$ ; густина рідини при  $25 \text{ }^\circ\text{C}$   $\rho_p = 804 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ; нижня концентраційна межа поширення полум'я – 0,6 % (об).

Число атомів у молекулі горючої рідини: вуглець  $n_c = 12,343$ ; водню  $n_h = 23,999$ ; кисню  $n_o = 0$ ; галогенів  $n_x = 0$ . Теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006  $H_t = 43590 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Максимальний тиск вибуху  $P_{\text{max}} = 900 \text{ кПа}$ .

Характеристика технологічного блоку: об'єм блоку,  $V = 6,3 \text{ м}^3$ , ступінь заповнення  $\varepsilon = 0,9$ , робочий надлишковий тиск у апараті  $P_p = 0 \text{ кПа}$ , температура рідини  $t_{\text{роб.}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . продуктивність насосу  $q_n = 0,0015 \text{ (м}^3 \cdot \text{с}^{-1})$ . Підвідний трубопровід: довжина  $L_1 = 5 \text{ м}$ , радіус  $r_1 = 0,05 \text{ м}$ . Відвідний трубопровід: довжина  $L_2 = 5 \text{ м}$ , радіус  $r_2 = 0,05 \text{ м}$ . Тривалість відключення трубопроводів ручне  $\tau_t = 300 \text{ с}$ .

**Приклад 33.** Визначити категорію приміщення фарбувально-сушильного відділення електротехнічного цеху.

У приміщенні знаходяться дві ємкості для покриття лаком БТ-99 полюсних котушок способом занурення з підвідними і відвідними трубопроводами. Розміри приміщення  $32 \times 10 \times 8 \text{ м}$ . Об'єм бака  $0,5 \text{ м}^3$ . Ступінь заповнення бака лаком  $\varepsilon = 0,9$ . Довжина підвідного трубопроводу між насосом і баком 10 м, радіус 0,0125 м. Довжина відвідного трубопроводу між баком і заслонкою 10 м, радіус трубопроводу 0,02 м. Продуктивність насосу  $6,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . Час відключення насосу 300 с. У ємкість поперемінно завантажуються і вивантажуються по 10 котушок, які розміщені у корзині. Відкрите дзеркало випаровування кожної ємкості  $1,54 \text{ м}^2$ . Загальна поверхня 10-ти свіжопофарбованих котушок складає  $6,28 \text{ м}^2$ .

Температура у фарбувально-сушильному відділенні становить  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура лаку  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ .

У лаку БТ-99 (ГОСТ 8017-74) як розчинники використовується суміш із 46 % (мас.) ксилолу і 2 % (мас.) уайт-спіріту. Густина лаку  $953 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

**Приклад 34.** Визначити категорію складського приміщення. Складське приміщення представляє собою багатостележний склад у якому передбачено зберігання на металевих стелажах негорючих матеріалів у картонних коробках. У кожному із десяти рядів стелажів міститься десять ярусів, у кожному ярусі шістнадцять відсіків, у кожному з відсіків зберігається по три картонні коробки, маса картону у яких по 1 кг. Верхня відмітка зберігання картонних коробок на стелажах складає 5 м, висота приміщення від підлоги до перекриття 7,2 м. Довжина стелажа складає 48 м, ширина 1,2 м, віддаль між рядами стелажів 2,8 м. Найнижча теплота згорання картону за ДСТУ ISO 1928:2006 становить  $13,4 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

**Приклад 35.** Визначити кількість картону, що може зберігатись на одиниці площі ділянки приміщення, граничну площу окремої ділянки, за яких приміщення складу буде відноситись до категорії В або Д. У складському приміщенні зберігається картон. Розміри приміщення: 24 м x 20 м x 6,5 м. Найнижча питома теплота згорання картону складає  $13,4 \text{ МДж/кг}$ .

**Приклад 36.** Визначити категорію приміщення виробничої лабораторії. У приміщенні лабораторії розміщені: шафа витяжна хімічна, стіл для аналітичних вагів, два стільці. У лабораторії можна виділити одну ділянку площею  $10 \text{ м}^2$ , на якій розміщені дерев'яний стіл і два дерев'яні стільці. Загальна маса дерева на цій ділянці становить 47 кг. Інших горючих матеріалів на цій ділянці немає. Інших ділянок з пожежною навантагою у лабораторії немає.

**Приклад 37.** Визначити категорію приміщення лабораторії за вибухопожежною і пожежною небезпекою.

Характеристика приміщення: довжина  $l = 6,5 \text{ м}$ , ширина  $b = 6,0 \text{ м}$ , висота  $h = 2,7 \text{ м}$ , вільний об'єм приміщення  $94,0 \text{ м}^3$ , аварійна вентиляція відсутня, розрахункова температура повітря  $t_{p.л.} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Характеристика речовин: найменування – ацетон, температура спалаху  $t_{сп.} - 18 \text{ }^\circ\text{C}$ , молекулярна маса - 58,08, густина  $\rho_p = 790 \text{ кг/м}^3$ ; теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006 становить 31360, кДж/кг, Константи Антуана визначались для тиску насичених парів, взятих у кПа:  $A = 6,37551$ ,  $B = 1281,721$ ,  $C_a = 237,088$ , число атомів у молекулі: вуглецю  $n_c = 3$ , водню  $n_h = 6$ , кисню  $n_o = 1$ , максимальний тиск вибуху - 572 кПа.

Характеристика технологічного блоку: найменування – апарат Сокслета, кількість ацетону в апараті  $0,002 \text{ м}^3$  ( $m = 0,002 \cdot 790 = 1,58 \text{ кг}$ ), температура рідини в апараті  $t_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , площа, яку займає технологічний блок (піддон) -  $0,75 \text{ м}^2$ .

**Приклад 38.** Визначити категорію зовнішньої установки, у якій знаходиться резервуар з метаном об'ємом  $20 \text{ м}^3$  з підвідним трубопроводом внутрішнім діаметром  $80 \text{ мм}$ , довжиною до засувки  $5 \text{ м}$ , відвідним трубопроводом з внутрішнім діаметром  $80 \text{ мм}$  довжиною до засувки  $3 \text{ м}$ . Тривалість відключення трубопроводів  $\tau_T = 3 \text{ с}$ . Тиск у системі  $7 \text{ атм}$ . Продуктивність компресора  $q = 0,2 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . Температура повітря і газу  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Відключення трубопроводів автоматичне, забезпечено резервування елементів автоматики. Метан, молекулярна маса  $M = 16$ , число атомів у молекулі горючої речовини: вуглецю  $n_C = 1$ , водню  $n_H = 4$ , кисню  $n_O = 0$ , галонів  $n_X = 0$ . Нижня концентраційна межа поширення полум'я у повітрі  $C_{\text{НКМП}} = 5,28\%$  (об) Максимальний тиск вибуху  $P_{\text{max}} = 720 \text{ кПа}$  Теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006  $H_T = 50125 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

Характеристика технологічного блоку: об'єм апарату,  $V = 20 \text{ м}^3$ , робочий тиск у апараті  $P_p = 707 \text{ кПа}$ , температура газу у апараті  $t_{\text{роб.}} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , продуктивність (подача) компресора  $q = 0,2 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ .

**Приклад 39.** Визначити, до якої категорії відноситься зовнішня установка, яка складається з резервуару з об'ємом  $3 \text{ м}^3$ . Ступінь заповнення  $0,85$ . Крім того, до складу установки входять насос, вхідний (напірний) і вихідний трубопроводи. Температура рідини  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Характеристика речовини: – бензол,  $\text{C}_6 \text{ H}_6$ , Молекулярна маса  $M = 78,11 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$ ; нижня концентраційна межа поширення  $C_{\text{НКМП}} = 1,4\%$  (об); максимальний тиск вибуху  $P_{\text{max}} = 882 \text{ кПа}$ , густина рідини  $\rho_p = 873,68 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ , Константи Антуана визначались з використанням тиску парів рідин, за різних температур, взятого в  $\text{кПа}$ :  $A = 5,61391$ ;  $B = 902,275$ ;  $C_a = 178,099$ , число атомів у молекулі горючої рідини  $n_C = 6$ ,  $n_H = 6$ ,  $n_O = 0$ ,  $n_X = 0$ . Теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006  $H_T = 40576 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ; Температура рідини  $t_p^\circ = 25^\circ\text{C}$ . Температура повітря  $t_n^\circ = 25^\circ\text{C}$ .

**Приклад 40.** Визначити, до якої категорії відноситься спиртосховище відкритого типу, що розташовано у приямку площею  $4 \text{ м} \times 5 \text{ м}$ . Об'єм резервуару зі спиртом  $2,1 \text{ м}^3$ . У спиртосховищі знаходиться етиловий технічний спирт, вироблений з нафтопродуктів в результаті кислотного гідролізу. Ступінь заповнення резервуару  $95 \%$ . Температура рідини  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  (середня максимальна температура в літній період). Проектом прийнято площу огороження резервуару  $20 \text{ м}^2$ . Тривалість випаровування рідини приймається рівною часу її повного випаровування, але не більше  $3600 \text{ с}$ .

**Приклад 41.** Визначити, до якої категорії відноситься зовнішня установка, яка складається з циклону для вловлювання борошна об'ємом  $5 \text{ м}^3$ .

Характеристика речовини: борошно пшеничне, нижня концентраційна межа поширення полум'я у повітрі  $C_{\text{НКМП}} = 10 - 35 \text{ г/м}^3$ . Максимальний тиск вибуху  $P_{\text{max}} = 520 \text{ кПа}$ , Густина  $650 \text{ кг/м}^3$ . Теплота згорання за ДСТУ ISO 1928:2006  $H_T = 18000 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

Характеристика технологічного блоку: ступінь заповнення  $\varepsilon = 0,8$ , Об'єм апарату,  $V = 5 \text{ м}^3$ , робочий тиск у апараті  $P_p = 0 \text{ кПа}$ , температура повітря  $t_p = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $q_{\text{п}}$  - витрата, з якою борошно викидається через витратний отвір до моменту його перекривання,  $- 5,6 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$ , радіус витратного отвору  $r = 0,15 \text{ м}$ .

## Список літератури

1. Кодекс цивільного захисту України, прийнятий Верховною Радою України від 02.10.2012 № 5403-VI
2. ВБН В.2.2- 58.1-94. Проектування складів нафти та нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа. Збірник нормативних документів. - Пожежна безпека. Протипожежні вимоги в галузі проектування та будівництва. - Т.4.- Київ.- ГУДПО МВС України.
3. ВБН В.2.2- 58.2-94. Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти та нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа. Збірник нормативних документів. - Пожежна безпека. Протипожежні вимоги в галузі проектування та будівництва. - Т.4.- Київ.-ГУДПО МВС України.
4. ДСТУ Б В. 1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
5. ДСТУ 2272-2006 ССБТ. Пожежна безпека. Терміни та визначення. - Київ: Держстандарт України, 2006. - 38 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-183:2011. Резервуари вертикальні циліндричні сталеві для нафти та нафтопродуктів.
7. ДСТУ ГОСТ 30333:2009 Паспорт безпечності хімічної продукції. Загальні вимоги (ГОСТ 30333-2007, IDT). З поправкою (ІПС № 6-2014).
8. Пожежовибухонебезпечність речовин та матеріалів та засоби їх гасіння: довідник у 2 книгах / [А.Н.Баратов, А.Я.Корольченко, Г.М.Кравчук та ін.]. - М.: Хімія, 1990. – 496 с.
9. НАПБ В.01.021-97/510. Правила пожежної безпеки при експлуатації магістральних нафтопроводів України.
10. НАПБ Б.01.009-2004. Правила пожежної безпеки для підприємств вугільної промисловості України.
11. НАПБ В.01.034-2005/ 111. Правила пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України.
12. НАПБ В.01.056-2005/111. Правила побудови електроустановок. Протипожежний захист електроустановок
13. НАПБ В.05.023-2005/111 (СОУ-Н МПЕ 40.1.03.309:2005) Інструкція щодо застосування вогнезахисних покриттів для кабелів у кабельних спорудах.
14. НАПБ В.01.057- 2006/200. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України.
15. НАПБ 06.015-2006 Перелік приміщень і будівель енергетичних підприємств Мінпаливенерго України з визначенням категорії і класифікації зон з вибухопожежної і пожежної небезпеки.
16. НАПБ Б.01.014-2007. Правила пожежної безпеки при експлуатації атомних станцій.
17. НАПБ Б.01.011-2007 Правила пожежної безпеки для підприємств з переробки ефірно-олійної сировини.

18. НАПБ В.01.058-2008/112. Правила пожежної безпеки для об'єктів зберігання, транспортування та реалізації нафтопродуктів.
19. НАПБ Б.02.022-2010 Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій на об'єктах зберігання й перероблення зерна та зернопродуктів.
20. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.
21. НАПБ В.01.054-2015/510. Правила пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України.
22. НПАОП 0.00-1.76-15. Правила безпеки систем газопостачання
23. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
24. ДБН Б.2.2-12:2018. Планування і забудова територій.
25. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання. Зі зміною.
26. Наказ Міністерства соціальної політики України від 05.03.2018р. № 333 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском».
27. Наказ Міністерство внутрішніх справ України від 05.11.2018 № 879 «Про затвердження Правил техногенної безпеки».
28. ДБН Б. 2.2.-12:2019 Планування і забудова територій
29. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»
30. ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд»
31. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
32. ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання» (додатково п. 4.4. даного документу та врахуванням вимог стандартів ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання» та ДСТУ ГОСТ 7.80:2007 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Заголовки. Загальні вимоги та правила»).
33. НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».
34. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Михайлюк А.О. Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки: Навчальний посібник.-Х.:УЦЗУ, 2007.-190 с.
35. Гіроль М. М. Техногенна безпека : підручник / М. М. Гіроль, Л. Р. Ниник, В. Й. Чабан. – Рівне : УДУВГП, 2004. – 452 с.
36. Шаталов О.С., Кусковець С.Л.. Потенційно небезпечні виробничі технології та їх ідентифікація. Практикум. – Рівне: НУВГП, 2012.-204 с.
37. Павлюк Ю.Е., Ференц Н.О. «Пожежна профілактика технологічних процесів» в прикладах та задачах. Навчальний посібник. – Львів, ЛДУ БЖД. – 2015. – 205 с.
38. О. П. Михайлюк, В. В. Олійник, І. Я. Кріса, П. А. Білим, О. О. Тесленко Пожежна безпека об'єктів підвищеної небезпеки: Навчальний посібник. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – 249 с.

39. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Мозговий Г.О. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів. - Харків: ХНАДУ.2014. - 380 с.
40. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Сирих В.М. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів: практикум / О.П. Михайлюк, В.В. Олійник, В.М. Сирих. Х.: НУЦЗУ, 2016. - 198 с.
41. Заїка П.І., Хаткова Л.В., Крамар О.М. Пожежна безпека промислових підприємств. Навчальний посібник. – Черкаси: АПБ, 2009. - 308 с.
42. Хаткова Л.В., Мельник В.П. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни «Пожежна безпека технологічних процесів. – Черкаси: ЧПБ, 2020 – 80 с.
43. Пожежна профілактика технологічних процесів: підручник / Н. О. Ференц, Ю. Е. Павлюк. – Львів : ЛДУ БЖД, 2019. – 332 с.

### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. <http://dsp.gov.ua>
2. <http://dnop.com.ua>
3. <http://zakon.rada.gov.ua>
4. <https://www.sop.com.ua>
5. <https://www.dsns.gov.ua>
6. <http://normativ.com.ua>; Портал «Професійна нормативно-правова
7. [бібліотека](#)».
8. <http://www.nau.ua>- Інформаційно-пошукова правова система «Нормативні акти України (НАУ)».