

**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 контрольної роботи  
з дисципліни

**«ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ»**  
для здобувачів вищої освіти  
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

<b>спеціальність:</b>	<b>263 «Цивільний захист»</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>«Цивільний захист»</b>

УДК 628.658.512 (07)

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Техногенна безпека об'єктів» для здобувачів вищої освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, спеціальність 263 «Цивільний захист», галузь знань 26 «Цивільна безпека», освітньо-професійна програма «Цивільний захист» /Укладачі: Кириченко О. В., Томенко М.Г., Ножко І.О., Хижняк А.А., Школяр Є.В., Гончар С.В. – Черкаси: ЧПБ, 2023. – 27 с.

Рецензент:

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.

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	<u>4</u>
Таблиця вибору завдань	<u>5</u>
Завдання	<u>6</u>

### **Загальні методичні вказівки**

Контрольна робота виконується за варіантом. Номер варіанту визначається двома останніми цифрами шифру залікової книжки за таблицею № 1. Наприклад, якщо шифр залікової книжки 546, варіант контрольної роботи (вибору завдань) – 7, 27.

Завдання кожного варіанту складається з вирішення трьох задач.

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

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

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

Таблиця вибору завдань

		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

**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, ляне 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, ляне 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, ляне 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, ляне 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-трихлорфенілгідразину.

**Приклад 6.** Визначити категорію складського приміщення розмірами 3 м х 3 м х 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 х 10 х 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 катушок способом занурення з підвідними і відвідними трубопроводами. Розміри приміщення 32 х 10 х 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 насоса  $6,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . Час відключення насоса 300 с. У ємкість поперемінно завантажується і вивантажується по 10 катушок, які розміщені у корзині. Відкрите дзеркало випаровування кожної ємкості 1,54 м<sup>2</sup>. Загальна поверхня 10-ти свіжопофарбованих катушок 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 катушок способом занурення з підвідними і відвідними трубопроводами. Розміри приміщення 32 х 10 х 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-спіриту. 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  $H_T = Q^P_H = 43641 \text{ кДж/кг}$ . Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{\text{НКМП}} = 1,1 \text{ \% (об)}$ .

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

Спирт етиловий - молярна маса  $46,07 \text{ кг/кмоль}$ . Хімічна формула  $C_2H_6O$ . Температура спалаху  $+ 13 \text{ }^\circ\text{C}$ . Густина рідини  $\rho_p = 785 \text{ кг/м}^3$ . Константи Антуана:  $A = 7,81158$ ;  $B = 1918,508$ ;  $C_A = 252,125$ . Теплота згорання  $H_T = Q_H^P = 30562 \text{ кДж/кг}$ . Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМПП} = 3,6 \%$  (об). Максимальний тиск вибуху  $P_{\max} = 682 \text{ кПа}$ .

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

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

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

Спирт етиловий - молярна маса  $46,07 \text{ кг/кмоль}$ . Хімічна формула  $C_2H_6O$ . Температура спалаху  $+ 13 \text{ }^\circ\text{C}$ . Густина рідини  $\rho_p = 785 \text{ кг/м}^3$ . Константи Антуана:  $A = 7,81158$ ;  $B = 1918,508$ ;  $C_A = 252,125$  (при температурі від мінус  $31 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $78 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Теплота згорання  $H_T = Q_H^P = 30562 \text{ кДж/кг}$ . Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМПП} = 3,6 \%$  (об). Максимальний тиск вибуху  $P_{\max} = 682 \text{ кПа}$ .

Спирт метиловий - молярна маса  $32,04 \text{ кг/кмоль}$ . Хімічна формула  $CH_4O$ . Температура спалаху  $+ 6 \text{ }^\circ\text{C}$ . Густина рідини  $\rho_p = 786,9 \text{ кг/м}^3$  при  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Константи Антуана:  $A = 7,3527$ ;  $B = 1660,454$ ;  $C_A = 245,818$  (при температурі від мінус  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $90,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Теплота згорання  $H_T = Q_H^P = 23839 \text{ кДж/кг}$ . Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{НКМПП} = 6,98 \%$  (об). Максимальний тиск вибуху  $P_{\max} = 682 \text{ кПа}$ .

**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:  $20 \times 15 \times 4 \text{ м}$ . Об'єм спирту у реакторі  $0,5 \text{ м}^3$ . Робоча температура у реакторі  $75 \text{ }^\circ\text{C}$ . Розрахункова температура для м. Одеса становить  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**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 x 20 м x 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 x 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 x 6 м x 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 х 9 м х 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 х 4 х 3 м, у якому заряджається акумуляторна батарея (ГОСТ 26881-86 Аккумуляторы 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 х 4 х 3 м, у якому заряджається акумуляторна батарея (ГОСТ 26881-86 Аккумуляторы 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 х 6 м х 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,  $L_2 = 3,0 \text{ м}$ ; радіус,  $r_2 = 0,05 \text{ м}$ . Тривалість відключення (перекривання) трубопроводів  $\tau_{\text{т}} = 3 \text{ с}$ .

**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,  $A = 0 \text{ год}^{-1}$ .

Характеристика речовини: пропан,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ; бутан,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ; молекулярна маса пропану  $M = 44,096$ ; молекулярна маса бутану  $M = 58,123$ ; температура кипіння пропану  $t_k = -42,06 \text{ °C}$ ; температура кипіння бутану  $t_k = -0,5 \text{ °C}$ ;

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

Теплота згорання: для пропану  $H_T = 2044 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$ , для бутану  $H_T = 2657 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$ .

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

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

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

**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,  $A = 0 \text{ г}^{-1}$ .

Характеристика речовини: ацетон,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ; молекулярна маса ацетону  $M = 58,08$ ; температура спалаху,  $t_{\text{сп}}$  у відкритому тиглі =  $-9 \text{ °C}$ ; у закритому тиглі =  $-18 \text{ °C}$ ;

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  $P_{\text{max}} = 572 \text{ кПа}$ .

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

**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  $q = 1,4 \text{ л}\cdot\text{хв.} = 0,023 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . 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  $\rho_r = 790,8 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ; 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 °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  $q_{\text{н}}, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}, - 6,5 \cdot 10^{-5}$ ; час відключення насосу  $\tau_3, \text{ с} - 300$ .

Характеристика речовини: ксилол (ГОСТ 9949-76\* Ксилол каменноугольный. Технические условия.), хімічна формула (суміш ізомерів) -  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ ; Густина рідини  $\rho_r, \text{ кг/м}^3 - 855$ ; 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 -  $29\text{ }^\circ\text{C}$ ; Теплота згоряння за ДСТУ ISO 1928:2006  $H_T = 5609\text{ кДж/моль} = 52,83\text{ МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ ; Нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{\text{НКМП}}\%$  (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  $F$ ,  $\text{м}^2$  - 180; об'єм вільний  $V_{\text{вільн.}}, \text{м}^3 - 1008$ . Розрахункова температура повітря -  $37\text{ }^\circ\text{C}$ . Швидкість повітряного потоку - 0.

Характеристика технологічного блоку: об'єм ємкості,  $V_{\text{смк}}, \text{м}^3$ , - 0,1; ступінь заповнення,  $\epsilon$  - 0,9.

Характеристика речовини:

етилацетат  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ; густина рідини  $\rho_r$ ,  $\text{кг/м}^3 - 900,3$ ; молекулярна маса  $M$ ,  $\text{кг/моль} - 88,10$ ; 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  $C_{\text{НКМП}}\%$  (об) - 2. Теплота згоряння -  $2078\text{ кДж/моль} = 23,58\text{ МДж/кг}$

толуол  $\text{C}_7\text{H}_8$ ; густина рідини  $\rho_r$ ,  $\text{кг/м}^3 - 866,9$ ; молекулярна маса  $M$ ,  $\text{кг/моль} - 92,14$ ; константи рівняння Антуана розраховані з використанням тиску толуолу, взятого у кПа:  $A - 6,0507$ ;  $B - 1328,171$ ;  $C_A - 217,713$ ; максимальний тиск вибуху -  $634\text{ кПа}$ ; нижня концентраційна межа поширення полум'я  $C_{\text{НКМП}}\%$  (об) - 1,27. Теплота згоряння -  $3771,88\text{ кДж/моль} = 40,96\text{ МДж/кг}$ .

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

Приміщення шліфувального відділення меблевого виробництва розміром  $30 \times 20 \times 5\text{ м}$ , в якому встановлено 5 шліфувальних верстатів. Продуктивність одного верстату за годину - 4 вироби з берези розміром  $1,8\text{ м} \times 2\text{ м}$ . У процесі шліфування знімається шар деревини товщиною  $0,5\text{ мм}$  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  $20\text{ }^\circ\text{C}$ .

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

Характеристика речовини: березовий пи́л, густина пи́лу  $640 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ , дисперсність: частинок менше 350 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  $n=4$  вироби год<sup>-1</sup>, 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 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 год<sup>-1</sup>. Густина водню -  $0,0831 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Максимальний тиск вибуху – 730 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 год<sup>-1</sup>.

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 с становить  $74,836 \text{ кг}$  ( $m_{\text{св.}}$ );

- маса газу метану, що надходить з трубопроводів при його розгерметизації за 300 с становить  $107,97 \text{ кг}$  ( $m_{\text{метан.}}$ );

- маса розчинника сольвенту, що випаровується з вільної поверхні басейна коагуляції за час 3600 с становить  $26,0658 \text{ кг}$  ( $m_{\text{бас.}}$ ).



Розрахункова температура  $t_p$ , °C: - у приміщенні  $t_{п} = 39$ ; - у сушильній камері  $t_k = 80$ .

**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 –  $10 \text{ м}$ . ( $5+5$ ). Внутрішній радіус  $0,05 \text{ м}$ . 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  $l = 4 \text{ м}$ , ширина  $b = 4 \text{ м}$ , висота  $h = 3,6 \text{ м}$ , коефіцієнт вільного об'єму приміщення,  $K_{\text{вільн.}} = 80 \%$ , кратність повітрообміну,  $A = 0 \text{ год}^{-1}$ ; температура повітря,  $t_{\text{пов}} = 25 \text{ °C}$ .

Характеристика речовини: назва дизельне паливо марки «З»,  $\text{C}_{12,343}\text{H}_{23,889}$ ; температура спалаху  $t_{\text{сн}} = 48 \text{ °C}$ ; 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  $25 \text{ °C}$   $\rho_p = 804 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ; 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  $t_{\text{роб.}} = 25 \text{ °C}$ . продуктивність насосу  $q_n = 0,0015 \text{ (м}^3\cdot\text{с}^{-1}\text{)}$ . 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  $10 \text{ м}$ , радіус  $0,0125 \text{ м}$ . Довжина відвідного трубопроводу між баком і заслонкою  $10 \text{ м}$ , радіус трубопроводу  $0,02 \text{ м}$ . Продуктивність насосу  $6,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3\cdot\text{с}^{-1}$ . Час відключення насосу  $300 \text{ с}$ . 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 °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 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 МДж·кг<sup>-1</sup>.

**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 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 м<sup>2</sup>, 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  $l = 6,5$  м, ширина  $b = 6,0$  м, висота  $h = 2,7$  м, вільний об'єм приміщення 94,0 м<sup>3</sup>, аварійна вентиляція відсутня, розрахункова температура повітря  $t_{p.п.} = 20$  °С.

Характеристика речовин: найменування – ацетон, температура спалаху  $t_{сп.} -18$  °С, молекулярна маса - 58,08, густина  $\rho_p = 790$  кг/м<sup>3</sup>; 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 м<sup>3</sup> ( $m = 0,002 \cdot 790 = 1,58$  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,  $C_6H_6$ , 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  $t_p^o = 25\text{ }^\circ\text{C}$ . Температура повітря  $t_p^o = 25\text{ }^\circ\text{C}$ .

**Приклад 40.** Визначити, до якої категорії відноситься спиртосховище відкритого типу, що розташовано у прямку 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 м<sup>3</sup>.

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  $t_p = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $q_n$  - витрата, з якою борошно викидається через витратний отвір до моменту його перекидання,  $- 5,6 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}$ , радіус витратного отвору  $r = 0,15 \text{ м}$ .

## РЕКОМЕНДОВА ЛІТЕРАТУРА

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, ІДТ). 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. СНИП 2.11.06-91. Склади лісових матеріалів. Протипожежні норми проектування.
27. Наказ Міністерства соціальної політики України від 05.03.2018р. № 333 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском».
28. Наказ Міністерство внутрішніх справ України від 05.11.2018 № 879 «Про затвердження Правил техногенної безпеки».
29. ДБН Б. 2.2.-12:2019 Планування і забудова територій
30. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»
31. СНИП 2.09.02-85\* «Производственные здания»
32. ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд»
33. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
34. 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. Заголовок. Загальні вимоги та правила»).
35. НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».
36. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Михайлюк А.О. Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки: Навчальний посібник.-Х.:УЦЗУ, 2007.-190 с.
37. Гіроль М. М. Техногенна безпека : підручник / М. М. Гіроль, Л. Р. Ниник, В. Й. Чабан. – Рівне : УДУВГП, 2004. – 452 с.
38. Шаталов О.С., Кусковець С.Л.. Потенційно небезпечні виробничі технології та їх ідентифікація. Практикум. – Рівне: НУВГП, 2012.-204 с.
39. Павлюк Ю.Е., Ференц Н.О. «Пожежна профілактика технологічних процесів» в прикладах та задачах. Навчальний посібник. – Львів, ЛДУ БЖД. – 2015. – 205 с.
40. 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.

41. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Мозговий Г.О. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів. - Харків: ХНАДУ.2014. - 380 с.

42. 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.

43. Заїка П.І., Хаткова Л.В., Крамар О.М. Пожежна безпека промислових підприємств. Навчальний посібник. – Черкаси: АПБ, 2009. - 308 с.

44. Хаткова Л.В., Мельник В.П. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни «Пожежна безпека технологічних процесів. – Черкаси: ЧПБ, 2020 – 80 с.

45. 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)».