

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до організації самостійної роботи,
проведення практичних занять і
виконання розрахунково-графічних
робіт
із навчальної дисципліни

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

*(для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2018

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять і виконання розрахунково-графічних робіт із дисципліни «Пожежна безпека виробництва» (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 263 – Цивільна безпека) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. П. А. Білим. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова , 2018. – 75 с.

Укладач канд. хім. наук, доц. П. А. Білим

Рецензент

Г. В. Фесенко, кандидат технічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності, протокол № 1 від 31.08.2016.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ.....	5
Практичне заняття 1 Визначення пожежонебезпечних параметрів електричних іскор (крапель металів).....	5
Практичне заняття 2 Визначення категорії акумуляторного приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою.....	9
Практичне заняття 3 Розрахунок необхідного часу евакуації із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату у випадку пожежі.....	14
Практичне заняття 4 Визначення площі легко скидальної конструкції у виробничому приміщенні для випадку утворення пароповітряної вибухонебезпечної суміші.....	21
Практичне заняття 5 Пожежна безпека процесів ректифікації.....	31
Практичне заняття 6 Пожежна безпека хімічних реакторів.....	35
2 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ.....	40
Лабораторна робота 1 Дослідження впливу на рівень вибухонебезпеки технологічної системи «легкозаймиста речовина – резервуар вертикальний сталевий» географічної широти місця її розташування.....	40
Лабораторна робота 2 Розрахунок розмірів зон, обмежених нижньою концентраційною межею розповсюдження полум'я газів і пари, при аварійному надходженні горючих газів і пари легкозаймистих рідин в приміщення.....	44
Лабораторна робота 3 Розрахунок параметрів парової завіси для технологічної трубчастої печі.....	48
Лабораторна робота 4 Визначення розміру зливного отвору в піддоні, при якому виключається перелив горючої рідини через борт.....	54
Лабораторна робота 5 Визначення максимальної середньої об'ємної температури та часу її досягнення при пожежі у виробничому приміщенні.....	58
3 РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА (КОНТРОЛЬНА) РОБОТА.....	61
4 САМОСТІЙНА РОБОТА.....	73
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	74

ВСТУП

Захист промислових підприємств від пожеж та вибухів нерозривно пов'язаний із вивченням пожежовибухонебезпеки технологічних процесів. Без виявлення причин виникнення і поширення пожежі не можна провести якісне пожежно-технічне обстеження, пожежно-технічну експертизу проектних матеріалів, розслідувати пожежі і вибухи, розробити ефективний протипожежний захист промислових та сільськогосподарських об'єктів.

Сучасні промислові підприємства – це підприємства з безперервним замкнутим технологічним циклом, із високопродуктивним технологічним обладнанням. На цих об'єктах різноманітні технологічні процеси нерідко здійснюються в одному великому цеху, на одній виробничій лінії, з концентрацією на обмеженій ділянці великої кількості пожежовибухонебезпечних речовин та матеріалів.

Метою викладання навчальної дисципліни «Пожежна безпека виробництва» є навчання студентів оцінювати пожежну небезпеку технологічних процесів виробництв, розробляти заходи пожежної профілактики, визначати категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Основними завданнями вивчення дисципліни є оволодіння методикою визначення пожежовибухонебезпеки середовища у апаратах та у виробничих приміщеннях при нормальній експлуатації технологічного обладнання, методикою визначення пожежовибухонебезпеки середовища на виробництві при аваріях та пошкодженнях технологічного обладнання, виробничих джерел запалювання та можливих причин і умов їх виникнення, вивчення умов та шляхів поширення пожежі на виробництві.

Предметом вивчення дисципліни є визначення основ пожежовибухонебезпеки процесів та апаратів, методики оцінки пожежної небезпеки та методів забезпечення пожежовибухонебезпеки технологічних процесів виробництв.

1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Практичне заняття 1 Визначення пожежонебезпечних параметрів електричних іскор (крапель металів)

Мета – оволодіти навичками визначення кількості теплоти, яку крапля метала здатна віддати горючому середовищу при охолодженні до температури його самозаймання.

Зміст роботи

Електричні іскри (краплі металу) утворюються при короткому замиканні електропроводки, електрозварюванні та при плавленні електродів електричних ламп розжарювання загального призначення.

Розмір крапель металу при цьому досягає 3 мм (при стельовому зварюванні – 4 мм). При короткому замиканні й під час електрозварювання частинки вилітають у всіх напрямках і їхня швидкість не перевищує $10 \text{ та } 4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ відповідно.

Температура крапель залежить від виду металу й дорівнює температурі плавлення. Температура крапель алюмінію при короткому замиканні досягає $2500 \text{ }^{\circ}\text{C}$, температура зварювальних часток і нікелевих часток ламп розжарювання досягає $2 \text{ } 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Розмір крапель при різанні металу досягає 15–26 мм, швидкість – $1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, температура – $1 \text{ } 500 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура дуги при зварюванні та різанні досягає $4 \text{ } 000 \text{ }^{\circ}\text{C}$, тому дуга є джерелом займання всіх горючих речовин.

Зона розльоту часток при короткому замиканні залежить від висоти розташування дроту, початкової швидкості польоту часток, кута вильоту й носить імовірнісний характер.

При висоті розташування дроту 10 м імовірність потрапляння часток на відстань 9 м становить 0,06; 7 м – 0,45 та 5 м – 0,92; при висоті розташування 3 м імовірність потрапляння часток на відстань 8 м становить 0,01, 6 м – 0,29 і 4 м – 0,96, а при висоті 1 м імовірність розльоту часток на 6 м – 0,06, 5 м – 0,24, 4 м – 0,66 і 3 м – 0,99.

Завдання

1. Вивчити положення пункту 3 додатка 3 до ГОСТ 12.1.004–91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

2. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 1.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

Таблиця 1.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Метал, крапля якого розлітається	
Горюча речовина, у бік якої летить крапля металу	
Прискорення вільного падіння g , $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	9,81
Висота падіння краплі H , м	
Діаметр краплі d_k , м	
Температура краплі на початку польоту $T_{\text{поч}}$, K	
Щільність металу ρ_k , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$	
Температура плавлення металу $T_{\text{пл}}$, K	
Питома теплоємність розплавлення металу C_p , $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	
Питома теплота кристалізації металу $C_{\text{кр}}$, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$	
Температура самозаймання горючої речовини $T_{\text{сп}}$, K	
Температура повітря у приміщенні T_0 , K	
Коефіцієнт теплопровідності повітря λ_n , $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$
Коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря λ_v , $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$	$1,51 \cdot 10^{-2}$

3. Визначити кількість теплоти, яку крапля металу здатна віддати горючому середовищу при охолодженні до температури його самозаймання.

Порядок виконання завдання

1. Визначається середня швидкість польоту краплі при вільному падінні:

$$\omega_k = 0,5 \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (1.1)$$

2. Визначається час польоту краплі:

$$\tau = \frac{H}{\omega_k}, \text{ с}. \quad (1.2)$$

3. Визначається об'єм краплі:

$$V_k = \frac{\pi d_k^3}{6} = 0,524 \cdot d_k^3, \text{ м}^3. \quad (1.3)$$

4. Визначається маса краплі:

$$m_k = V_k \cdot \rho_k, \text{ кг}. \quad (1.4)$$

5. Визначається площа поверхні краплі:

$$S_k = 0,785 \cdot d_k^2, m^2. \quad (1.5)$$

6. Визначається число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega_k \cdot d_k}{\lambda_\theta}. \quad (1.6)$$

7. Визначається критерій Нуссельта:

$$Nu = 0,62 \cdot Re^{0,5}. \quad (1.7)$$

8. Визначається коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_n}{d_k}, Bm \cdot m^2 \cdot K^{-1}. \quad (1.8)$$

9. Визначається час польоту краплі у розплавленому стані:

$$\tau_p = \frac{C_p \cdot m_k}{\alpha \cdot S_k} \cdot \ln \frac{T_{ноч} - T_0}{T_{пл} - T_0}, c. \quad (1.9)$$

10. Визначається час польоту краплі, протягом якого здійснюється її кристалізація:

$$\tau_{кр} = \frac{m_k \cdot C_{кр}}{\alpha \cdot S_k \cdot (T_{пл} - T_0)}, c. \quad (1.10)$$

11. Визначається кінцева температура краплі:

$$T_{кін} = \begin{cases} T_0 + (T_{ноч} - T_0) \cdot \exp \left(-\frac{\alpha \cdot S_k}{C_p \cdot m_k} \cdot \tau \right), K, \text{ якщо } \tau \leq \tau_p; \\ T_{пл}, K, \text{ якщо } \tau_p < \tau \leq (\tau_p + \tau_{кр}); \\ T_0 + (T_{пл} - T_0) \cdot \exp \left\{ -\frac{\alpha \cdot S_k}{C_{кр} \cdot m_k} \cdot [\tau - (\tau_p + \tau_{кр})] \right\}, K, \\ \text{якщо } \tau > (\tau_p + \tau_{кр}). \end{cases} \quad (1.11)$$

12. Визначається кількість тепла, що віддається краплею метала горючій речовині, на яку вона потрапила:

$$W = V_k \cdot \rho_k \cdot C_{kr} \cdot (T_{кін} - T_{сн}), \text{ Дж.} \quad (1.12)$$

Контрольні питання

1. За яких умов утворюються електричні іскри (краплі металу)?
2. Від чого залежить температура крапель?
3. Назвіть приклади температур для крапель різних металів.
4. Що є джерелом запалювання всіх горючих речовин?
5. Від чого залежить зона розльоту часток при короткому замиканні?

Практичне заняття 2 Визначення категорії акумуляторного приміщення за вибухопожежною та пожежною безпекою

Мета – оволодіти навичками визначення категорії акумуляторного приміщення для заряджання акумуляторних батарей СК-4 та СК-1.

Зміст роботи

Загальні відомості

Категорія за вибухопожежною та пожежною безпекою приміщення – класифікаційна характеристика вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщення, що визначається кількістю та пожежовибухонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в них, з урахуванням особливостей технологічних процесів розміщених у них виробництв.

За вибухопожежною та пожежною безпекою приміщення поділяють на категорії А, Б, В, Г і Д.

Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою визначають для найбільш несприятливого щодо виникнення пожежі або вибуху періоду виходячи з виду горючих речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в апаратах і приміщеннях, їх кількості, пожежонебезпечних властивостей, особливостей технологічних процесів.

Визначати категорію приміщень треба послідовно за низхідною – від більш вибухопожежонебезпечної категорії А до Д.

Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою приймаються відповідно до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) у приміщенні
1	2
А Вибухопожежо- небезпечна	Горючі гази (ГГ), легкозаймисті рідини (ЛЗР) з температурою спалаху не більше 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газопароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, який перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
Б Вибухопожежо- небезпечна	Горючий пил, волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C, горючі рідини (ГР) в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа

Продовження таблиці 2.1

1	2
В Пожежо- небезпечна	ГГ, ЛЗР, ГР і важкогорючі рідини, а також речовини та матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти; горючий пил і волокна, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (обертаються), не відносяться до категорій А, Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймистих та горючих речовин на окремих ділянках ¹ площею не менше 10 м ² кожна перевищує 180 МДж/м ² ²
Г	Негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; ГГ, рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо
Д	Речовини і матеріали, що вказані вище для категорій приміщень А, Б, В (крім ГГ) у такій кількості, що їх питома пожежна навантага для твердих і рідких горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10 м ² кожна не перевищує 180 МДж/м ² , а також, негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані, за умови, що приміщення, в яких знаходяться (обертаються) вищевказані речовини і матеріали, не відносяться до категорій А, Б і В

Завдання

Розглядається акумуляторне приміщення для заряджання акумуляторних батарей СК-1 та СК-4 (рисунок 2.1):

При розрахунку надлишкового тиску вибуху за розрахунковий приймається найбільш несприятливий у відношенні вибуху період, пов'язаний з формуванням та заряджанням повністю розряджених батарей із напругою 2,3 В на елемент і найбільшою кількістю зарядного струму, що перевищує в чотири рази максимальний струм заряджання.

Для виконання завдання необхідно:

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 2.2 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

2. Визначити категорію приміщення. В разі віднесення приміщення до категорії А, розглянути можливість зниження категорії за рахунок улаштування аварійної вентиляції, що дає змогу зменшити концентрацію водню.

3. Збільшити або зменшити задану розрахункову температуру повітря у приміщенні t_p на 3 °С. Виконати пункт 2 завдання.

4. Зробити висновок про вплив температури повітря t_p , °С у приміщенні на надлишковий тиск вибуху ΔP , кПа у приміщенні.

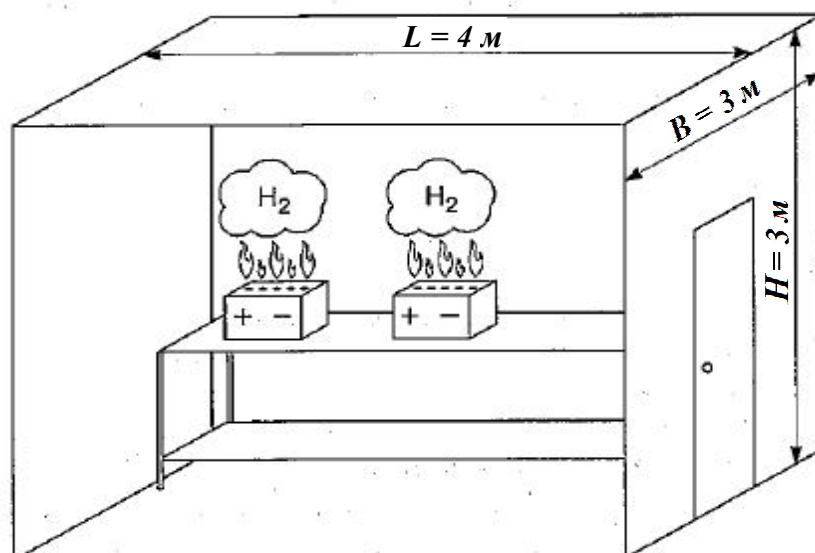


Рисунок 2.1 – Схема приміщення для заряджання акумуляторних батарей

Таблиця 2.2 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Параметри приміщення	$L, м$	
	$S, м$	
	$H, м$	
Початковий тиск у приміщенні $P_0, кПа$		101
Максимальний тиск у приміщенні $P_{max}, кПа$		730
Розрахункова температура повітря у приміщенні $t_p, ^\circ C$		
Постійна Фарадея $F, А \cdot с \cdot кмоль^{-1}$		$9,65 \cdot 10^4$
Атомна одиниця маси водню $A, кг \cdot моль^{-1}$		$1 \cdot 10^{-3}$
Валентність водню Z		1
Розрахунковий час заряджання $T, с$		3600
Маса кіломоля водню $M, кг \cdot моль^{-1}$		2
Об'єм кіломоля газу за нормальних умов $V_0, м^3 \cdot кмоль^{-1}$		22,413
Кількість атомів водню в молекулі палива n_H		2
Коефіцієнт температурного розширення газу $\alpha, град^{-1}$		0,00367
Кількість акумуляторів у батареї СК-1 $n_{СК-1}, шт.$		13
Максимальний струм заряджання батареї СК-1 $I_{СК-1}, А$		9
Кількість акумуляторів у батареї СК-4 $n_{СК-4}, шт.$		12
Максимальний струм заряджання батареї СК-4 $I_{СК-4}, А$		36
Коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення і неадіабатичність процесу горіння K_H		3

Порядок виконання завдання

1. Розраховується маса водню, що виділяється в одному елементі при усталеній динамічній рівновазі між силою зарядного струму та кількістю газу, що виділяється:

$$M_{IT} = \frac{I}{F} \cdot \frac{A}{Z}, \text{кг} \cdot \text{А}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (2.1)$$

2. Розраховується густина водню:

$$\rho_z = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_p)}, \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}. \quad (2.2)$$

3. Розраховується об'єм водню, що надходить до акумуляторного приміщення під час заряджання двох батарей:

$$V_n = \frac{M_{IT}}{\rho_z} \cdot 4 \cdot (I_{CK-1} \cdot n_{CK-1} + I_{CK-4} \cdot n_{CK-4}) \cdot T, \text{м}^3. \quad (2.3)$$

4. Розраховується стехіометричний коефіцієнт для водню:

$$\beta = n_C + \frac{n_H + n_X}{4} - \frac{n_0}{2}. \quad (2.4)$$

5. Розраховується стехіометрична концентрація водню:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \%. \quad (2.5)$$

6. Розраховується вільний об'єм приміщення:

$$V_{вільн} = 0,8 \cdot L \cdot S \cdot H, \text{м}^3. \quad (2.6)$$

7. Розраховується надлишковий тиск вибуху:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \cdot \frac{V_n \cdot Z \cdot 100 \cdot I}{V_{вільн} \cdot C_{ст} \cdot K_n}, \text{кПа}. \quad (2.7)$$

Якщо $\Delta P > 5 \text{ кПа}$, тобто коли це приміщення належить до категорії А, необхідно виконати пункти 8 та 9 для визначення кратності повітрообміну аварійної вентиляції, яка забезпечить зниження категорії приміщення.

8. Розраховується об'єм водню, що потрапляє до акумуляторного приміщення при розрахунковому тиску вибуху $\Delta P^* = 4,99 (< 5 \text{ кПа})$:

$$V_n^* = \frac{\Delta P^* \cdot V_{\text{вільн}} \cdot C_{\text{ст}} \cdot K_n}{(P_{\text{max}} - P_0) \cdot Z \cdot 100}, \text{ м}^3. \quad (2.8)$$

9. Розраховується кратність повітрообміну при надходженні визначеного у пункті 8 об'єму водню:

$$A = \frac{V_n}{V_n^*} - 1, \text{ год}^{-1}. \quad (2.9)$$

Контрольні питання

1. Які приміщення зараховують до категорії А за вибухопожежною та пожежною небезпекою?
2. Які приміщення зараховують до категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою?
3. Які приміщення зараховують до категорії В за вибухопожежною та пожежною небезпекою?
4. Які приміщення зараховують до категорії Г за вибухопожежною та пожежною небезпекою?
5. Які приміщення зараховують до категорії Д за вибухопожежною та пожежною небезпекою?

Практичне заняття 3 Розрахунок необхідного часу евакуації із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату у випадку пожежі

Мета – оволодіти навичками розрахунку необхідного часу евакуації людей із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату при пожежі.

Зміст роботи

Загальні відомості

Характерна особливість сучасного будівництва – збільшення кількості будівель із масовим перебуванням людей. До таких будівель можна зарахувати й виробничі приміщення. Пожежі у приміщеннях цих будівель нерідко супроводжуються травмуванням і загибеллю людей. У першу чергу, це стосується пожеж, що швидко розповсюджуються.

Вони є реальною небезпекою для людини вже за декілька хвилин після виникнення й інтенсивної дії на людей небезпечних чинників пожежі (НЧП). Найбільш надійний спосіб гарантування безпеки людей у таких умовах – своєчасна евакуація з приміщення, в якому виникла пожежа.

Кожен об'єкт мусить мати таке об'ємно-планувальне й технічне виконання, за якого евакуація людей із приміщення була завершена до моменту досягнення НЧП гранично допустимих значень. У зв'язку з цим кількість, розміри та конструктивне виконання евакуаційних шляхів і виходів визначаються залежно від необхідного часу евакуації, тобто часу, протягом якого люди мають покинути приміщення, не зазнавши небезпечного для життя і здоров'я впливу пожежі.

Дані щодо необхідного часу евакуації є також вихідною інформацією для розрахунку рівня надання безпеки людей при пожежах у будівлях. Неправильне визначення необхідного часу евакуації може призвести до ухвалення неправильних проектних рішень і збільшення вартості будівель або до недостатнього гарантування безпеки людей у разі виникнення пожежі.

Необхідний час евакуації розраховується як добуток критичної для людини тривалості пожежі на коефіцієнт безпеки.

Під критичною тривалістю пожежі розуміють час, після закінчення якого виникає небезпечна ситуація внаслідок досягнення одним з НЧП гранично допустимого для людини значення. При цьому передбачається, що кожен небезпечний чинник впливає на людину незалежно від інших, оскільки комплексна дія тих різних якісних і кількісних поєднань НЧП, що змінюються в часі, характерних для початкового періоду розвитку пожежі, оцінити наразі неможливо.

Коефіцієнт безпеки враховує можливу похибку при розв'язанні поставленої задачі. Він приймається таким, що дорівнює 0,8.

Таким чином, необхідний час евакуації – нормований проміжок часу до настання критичних значень НЧП, протягом якого люди мають залишити приміщення, будівлю, споруду.

Для визначення необхідного часу евакуації людей із приміщення, потрібно знати динаміку НЧП у зоні перебування людей (робочій зоні) та гранично допустимі для людини значення кожного з них.

До НЧП, які становлять найбільшу небезпеку для людей у приміщенні в початковий період пожежі, що швидко розвивається, можуть бути віднесені:

- підвищена температура середовища;
- дим, що призводить до втрати видимості;
- токсичні продукти горіння;
- знижена концентрація кисню.

Розрахункові формули отримано з урахуванням таких припущень:

- крізь відкриті отвори відбувається тільки витіснення газу з приміщення;
- абсолютний тиск газу у приміщенні під час пожежі не змінюється;
- відношення тепловтрат у будівельній конструкції до теплової потужності вогнища пожежі постійне в часі;
- властивості середовища й питомі характеристики матеріалу (найнижча робоча теплота згорання, димоутворювальна здатність, питомий вихід токсичних газів тощо), що горить при пожежі, постійні;
- залежність вигорілої маси матеріалу від часу є статечною функцією.

Запропонований порядок розрахунку для виконання студентами завдання є справедливим для розрахунку необхідного часу евакуації при пожежах, що швидко розповсюджуються у приміщеннях із середнім за цей період темпом збільшення температури середовища більше $30 \text{ град} \cdot \text{хв}^{-1}$.

Такі пожежі характеризуються наявністю біля стін циркуляційних струменів і відсутністю чіткої межі шару диму.

Використання розрахункових формул для пожеж із меншим темпом зростання температури призведе до заниження величини необхідного часу евакуації, тобто до збільшення запасу надійності при розв'язанні задачі.

Завдання

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 3.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).
2. Визначити критичну тривалість пожежі для кожної з обраних схем її розвитку.
3. Визначити найбільш небезпечну схему розвитку пожежі.
4. Визначити необхідний час евакуації людей із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату при пожежі.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Параметри приміщення	$L, м$	
	$S, м$	
	$H, м$	
Маса льону, рівномірно розкладеного на підлозі $M_1, кг$		
Маса льону, розташованого на стрічці транспортера $M_2, кг$		
Ширина стрічки транспортера $b, м$		
Параметр n_1		3
Параметр n_2		2
Висота відмітки зони перебування людей над підлогою приміщення $h_{відм}, м$		
Різниця висот підлоги $\delta, м$		
Питома масова швидкість вигорання $\Psi, кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$		$21,3 \cdot 10^{-3}$
Питома теплоємність матеріалу $C_p, МДж \cdot кг^{-1} \cdot K^{-1}$		$1,985 \cdot 10^{-3}$
Коефіцієнт тепловтрат φ		0,2
Коефіцієнт повноти горіння η		0,95
Нижня теплота згорання $Q, МДж \cdot кг^{-1} \cdot K^{-1}$		15,7
Питома швидкість поширення полум'я $\nu, м \cdot с^{-1}$		0,05
Початкова температура у приміщенні $t_0, ^\circ C$		20
Коефіцієнт відбиття предметів на шляху евакуації α		
Початкова освітленість шляхів евакуації $E, лк$		
Димоутворююча здатність матеріалу $D, Нп \cdot м^2 \cdot кг^{-1}$		3,37
Питоме споживання кисню при пожежі $L(O_2), кг \cdot кг^{-1}$		1,83
Питомий вихід чадного газу при пожежі $L(CO), кг \cdot кг^{-1}$		0,0039
Питомий вихід вуглекислого газу при пожежі $L(CO_2), кг \cdot кг^{-1}$		0,36
Гранично припустимий вміст чадного газу в атмосфері приміщення $X(CO), кг \cdot м^{-3}$		$1,16 \cdot 10^{-3}$
Гранично припустимий вміст вуглекислого газу в атмосфері приміщення $X(CO_2), кг \cdot м^{-3}$		0,11
Коефіцієнт безпеки при евакуації k_6		0,8

Особливості розташування льону у приміщенні: частина горючого матеріалу (льону) з масою M_1 рівномірно розкладена на підлозі, а частина з масою M_2 знаходиться на стрічці транспортера шириною b . Маса першої та другої частини льону, а також ширина стрічки транспортера вказані у варіанті завдання.

Обґрунтування схеми розвитку пожежі

Оскільки можливе загоряння як складованого льону, так і льону, що транспортується, можливі дві схеми розвитку пожежі. При горінні льону найбільш небезпечними токсичними продуктами горіння є чадний і вуглекислий газ.

Указівка до розрахунків: якщо під час обчислень критичної тривалості пожежі за наведеними нижче формулами у будь-якому з підпунктів 2.2–2.6 (формули 3.6–3.10) та 3.2–3.6 (формули 3.14–3.18) під знаком логарифма буде від’ємне число, то ця критична тривалість пожежі виключається з розгляду.

Порядок виконання завдання

1. Визначаються спільні для обох схем параметри.

1.1 Визначається висота робочої зони:

$$h = h_{відм} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta, \text{ м.} \quad (3.1)$$

1.2 Визначається вільний об’єм приміщення:

$$V_{вільн} = 0,8 \cdot L \cdot S \cdot H, \text{ м}^3. \quad (3.2)$$

1.3. Визначається комплекс B :

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V_{вільн}}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q}. \quad (3.3)$$

1.4 Визначається параметр z :

$$z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right). \quad (3.4)$$

2. Визначається критична тривалість пожежі для першої обраної схеми пожежі – горіння складованого льону.

2.1 Розраховується параметр A_I :

$$A_I = 1,05 \cdot \psi \cdot v^2. \quad (3.5)$$

2.2 Визначається критична тривалість пожежі за підвищеною температурою:

$$t_{крI}^{ПТ} = \left\{ \frac{B}{A_I} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n_I}}, \text{ с.} \quad (3.6)$$

2.3 Визначається критична тривалість пожежі за втратою видимості:

$$t_{кр1}^{BB} = \left\{ \frac{B}{A_l} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{20 \cdot B \cdot D \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_l}}, \text{ с.} \quad (3.7)$$

2.4 Визначається критична тривалість пожежі за зниженням вмістом кисню:

$$t_{кр1}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A_l} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L(O_2)}{V_{вільн}} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_l}}, \text{ с.} \quad (3.8)$$

2.5 Визначається критична тривалість пожежі за досягненням граничної концентрації чадного газу:

$$t_{кр1}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A_l} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot X(CO)}{B \cdot L(CO) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_l}}, \text{ с.} \quad (3.9)$$

2.6 Визначається критична тривалість пожежі по досягненню граничної концентрації вуглекислого газу:

$$t_{кр1}^{CO_2} = \left\{ \frac{B}{A_l} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot X(CO_2)}{B \cdot L(CO_2) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_l}}, \text{ с.} \quad (3.10)$$

2.7 Визначається критична тривалість пожежі:

$$t_{кр1} = \min \left\{ t_{кр1}^{ПТ}, t_{кр1}^{BB}, t_{кр1}^{O_2}, t_{кр1}^{CO}, t_{кр1}^{CO_2} \right\}, \text{ с.} \quad (3.11)$$

2.8 Визначається маса льону, що згорів до моменту $t_{кр1}$:

$$m_l = A_l \cdot (t_{кр1})^{n_l}, \text{ кг.} \quad (3.12)$$

2.9 Порівнюється значення m_l зі значенням M_l . Якщо $m_l > M_l$, то ця схема пожежі виключається з подальшого розгляду.

3 Визначається критична тривалість пожежі для другої обраної схеми – горіння льону, що розташований на стрічці транспортера.

3.1 Розраховується параметр A_2 :

$$A_2 = \psi \cdot v \cdot b. \quad (3.13)$$

3.2 Визначається критична тривалість пожежі за підвищеною температурою:

$$t_{кр2}^{ПТ} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.14)$$

3.3 Визначається критична тривалість пожежі за втратою видимості:

$$t_{кр2}^{ВВ} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{20 \cdot B \cdot D \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.15)$$

3.4 Визначається критична тривалість пожежі за зниженням вмістом кисню:

$$t_{кр2}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L(O_2)}{V_{вільн}} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.16)$$

3.5 Визначається критична тривалість пожежі за досягненням граничної концентрації чадного газу:

$$t_{кр2}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot X(CO)}{B \cdot L(CO) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.17)$$

3.6 Визначається критична тривалість пожежі за досягненням граничної концентрації вуглекислого газу:

$$t_{кр2}^{CO_2} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot X(CO_2)}{B \cdot L(CO_2) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.18)$$

3.7 Визначається критична тривалість пожежі:

$$t_{кр2} = \min \left\{ t_{кр2}^{ПТ}, t_{кр2}^{ВВ}, t_{кр2}^{O_2}, t_{кр2}^{CO}, t_{кр2}^{CO_2} \right\}, \text{с.} \quad (3.19)$$

3.8 Визначається маса льону, що згорів до моменту $t_{кр2}$:

$$m_2 = A_2 \cdot (t_{кр2})^{n_2}, \text{кг.} \quad (3.20)$$

3.9 Порівнюється значення m_2 зі значенням M_2 . Якщо $m_2 > M_2$, то ця схема пожежі виключається з подальшого розгляду.

4. Із двох схем (якщо жодна з них не виключена з розгляду) обирається та, для якої критична тривалість пожежі є мінімальною:

$$t_{кр} = \min \left\{ t_{кр1}, t_{кр2} \right\}, \text{с.} \quad (3.21)$$

5. Розраховується необхідний час евакуації людей із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату при пожежі:

$$t_{нб} = k_{б} \cdot t_{кр}, \text{с.} \quad (3.22)$$

Контрольні питання

1. Як визначається кількість, розміри та конструктивне виконання евакуаційних шляхів і виходів?
2. Які небезпечні чинники пожежі Ви знаєте?
3. Що розуміють під критичною тривалістю пожежі?
4. Що розуміють під необхідним часом евакуації?

Практичне заняття 4 Визначення площі легко скидальної конструкції у виробничому приміщенні для випадку утворення пароповітряної вибухонебезпечної суміші

Мета – оволодіти навичками визначення площі легко скидальної конструкції у приміщенні для випадку утворення пароповітряної вибухонебезпечної суміші.

Зміст заняття

Загальні відомості

Забезпечення вибухозахисту будинків при внутрішніх аварійних вибухах може здійснюватися по двох напрямках:

- зниженням надлишкового тиску, що виникає при внутрішньому аварійному вибуху;
- підвищенням міцності й стійкості конструкції до дії аварійних (вибухових) навантажень.

Поєднання обох указаних напрямів є необхідною умовою розробки оптимальних рішень по забезпеченню вибухостійкості будинків при внутрішніх аварійних вибухах.

Для зниження надлишкового тиску, що виникає при внутрішніх аварійних вибухах, використовуються легко скидальні конструкції (ЛСК).

Легко скидальні конструкції – спеціальні зовнішні захищаючі конструкції будівель, споруд (або їх частини), призначені для зменшення тиску при вибуху з метою забезпечення безпеки людей, збереження конструкцій і обладнання.

Як ЛСК використовується скло глухого скління приміщень і стулок віконних рам, що відкриваються всередину (ЛСК, що руйнуються), стулки віконних рам, що відкриваються назовні, двері та ворота (ЛСК, що обертаються), а також легко скидальні стінові панелі й полегшені плити перекриттів приміщень (ЛСК, що зміщуються). Стінові панелі можуть бути запроектовані як ЛСК, що обертаються.

ЛСК, що обертається – конструкція, в якій при дії надмірного тиску вибуху одна вісь (горизонтальна або вертикальна) залишається нерухомою, а інші точки площини конструкції при розкритті описують кола з центрами на нерухомій осі.

ЛСК, що руйнується – конструкція, в якій при дії надмірного тиску вибуху відбувається макроскопічне порушення суцільності матеріалу, з якого вона складається.

ЛСК, що зміщується – конструкція, в якій при дії надмірного тиску вибуху руйнуються елементи, за допомогою яких конструкція утримується в огорожі приміщення.

ЛСК встановлюються в приміщеннях будинків або протипожежних відсіків категорій А і Б.

За допомогою ЛСК надлишковий тиск у приміщенні при аварійному вибуху знижується до допустимої величини (P_{don}).

При проектуванні будинків вибухонебезпечних виробництв надлишковий тиск приймають, як правило, від 3 до 5 $\kappa\text{Па}$. Нижнє значення надлишкового тиску відповідає будинкам, конструкції яких не розраховані на дію аварійного вибуху.

При зменшенні P_{don} площа ЛСК збільшується.

Для зниження надлишкового тиску, що виникає при аварійних вибухах, до величини, що допускається, в першу чергу слід використовувати скління стін приміщень і ліхтарів. При цьому як ЛСК може використовуватися скло глухого скління і стулок віконних рам, що відкриваються всередину, а також стулки віконних рам, що відкриваються назовні (краще з вертикальним шарніром).

Використання зміщуваних ЛСК у вигляді легко скидальних стінних панелей слід передбачати в тих випадках, коли це не несе небезпеки для людей, що перебувають поблизу будинку, в якому встановлюються ЛСК.

Якщо необхідна площа прорізів, що перекриваються ЛСК, не може бути розміщена в стінах будівлі та ліхтарях, їх слід розташовувати в покритті вибухонебезпечного приміщення; при цьому покриття можуть бути досить ефективними лише при порівняно великому значенні надлишкового тиску вибуху.

Несучі та огорожувальні конструкції будинків, які піддаються дії надлишкового тиску P_{don} при внутрішньому аварійному вибуху, мають бути розраховані з врахуванням цього тиску.

У будинках і приміщеннях вибухонебезпечних виробництв має бути, як правило, унеможливлено руйнування основних несучих і огорожувальних конструкцій при розрахунковій величині вибухових навантажень.

Допускаються пошкодження конструкцій випадкового характеру, що не впливають на їх міцність, стійкість, експлуатаційні характеристики і вимагають незначних матеріальних витрат на ліквідацію цих пошкоджень.

Завдання

1. Вивчити положення пунктів 5.1-5.3, 6.1-6.11, додатку А.3 ТКП 45-2.02-38-2006 Конструкции легкобрасываемые. Порядок расчета.
2. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді табл. 4.1.
3. Визначити площу ЛСК у зовнішньому огороженні (стінах) приміщення при використанні зміщуваних панелей.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
1		2
Розміри приміщення	довжина a , м	
	ширина b , м	
	висота h , м	
Допустимий надлишковий тиск вибуху в приміщенні під час горіння вибухонебезпечної суміші $\Delta P_{\text{доп}}$, кПа		
Ступінь захаращеності приміщення будівельними конструкціями і обладнанням Θ_3		
Частка об'єму, захаращеного будівельними конструкціями, що припадає на великогабаритні конструкції $\Theta_{3в}$		
Частка об'єму, захаращеного будівельними конструкціями, що припадає на малогабаритні конструкції $\Theta_{3м}$		
Назва горючої речовини		
Хімічна формула		
Молярна маса M , г·моль ⁻¹		
Нижня концентраційна межа поширення полум'я C_H , %		
Максимальна нормальна швидкість розповсюдження полум'я $U_{н.мах}$, м·с ⁻¹		
Коефіцієнт участі горючої речовини у вибуху Z		
Щільність горючого середовища при концентрації горючої речовини, що відповідає нижній концентраційній межі поширення полум'я (НКМП) $\rho_{НКМП}$, кг·м ⁻³		
Щільність горючого середовища при концентрації горючої речовини, що відповідає максимальній нормальній швидкості розповсюдження полум'я $\rho_{мах}$, кг·м ⁻³		
Ступінь стискання продуктів горіння у разі вибуху у замкнутому об'ємі з концентрацією горючого, що відповідає НКМП $\varepsilon_{с, НКМП}$		
Ступінь стискання продуктів горіння у разі вибуху у замкнутому об'ємі з концентрацією горючого, що відповідає максимальній нормальній швидкості поширення полум'я $\varepsilon_{с, мах}$		
Ступінь теплового розширення продуктів горіння у разі вибуху у замкнутому об'ємі з концентрацією пального, що відповідає НКМП $\varepsilon_p, НКМП$		
Ступінь теплового розширення продуктів горіння у разі вибуху у замкнутому об'ємі з концентрацією, що відповідає максимальній нормальній швидкості розповсюдження полум'я $\varepsilon_p, мах$		
Розрахункова температура в приміщенні t_p , °C		
Маса парів рідини, що потрапляє до приміщення m , кг		

1		2
Різновид віконної рами		згідно з рис. 4.1, подвійне скління
Розміри прорізу	в напрямку меншої сторони $a_{np}, м$	
	в напрямку більшої сторони $b_{np}, м$	
Товщина скла $h_{ск}, м$		

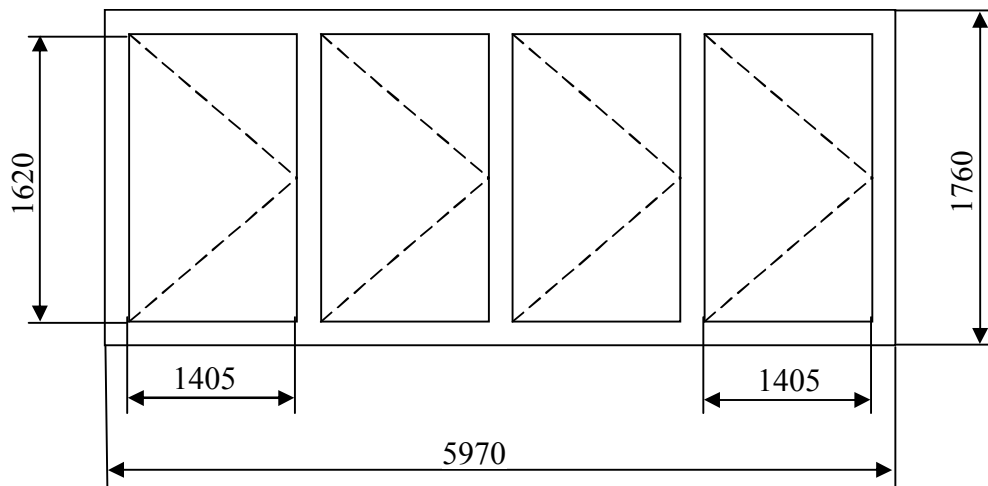


Рисунок 4.1 – Схема віконної рами, що використовується як ЛСК

Порядок виконання завдання

1. Визначається геометричний об'єм приміщення

$$V_{np} = a \cdot b \cdot h, м^3. \quad (4.1)$$

2. Визначається вільний об'єм приміщення

$$V_{вільн} = (1 - \Theta_z / 100) \cdot V_{np}, м^3. \quad (4.2)$$

3. Визначається стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}. \quad (4.3)$$

де n_C, n_H, n_O, n_X – число атомів С, Н, О та галогенів у молекулі парів рідини.

4. Визначається стехіометрична концентрація парів рідини:

$$C_{cm} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \% \quad (4.4)$$

5. Визначається розрахункова нормальна швидкість поширення полум'я:

$$U_{н.р} = 0,55 \cdot U_{н.мах}, м \cdot с^{-1}. \quad (4.5)$$

6. Визначається масова концентрація горючої речовини у горючому середовищі, яка відповідає нижній концентраційній межі поширення полум'я:

$$C_{НКМП} = \frac{10 \cdot M \cdot C_n}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)}, г \cdot м^{-3}. \quad (4.6)$$

7. Визначається масова концентрація горючої речовини у горючому середовищі, яка відповідає $U_{н.мах}$.

$$C_{мах} = \frac{10 \cdot M \cdot C_{cm}}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)}, г \cdot м^{-3}. \quad (4.7)$$

8. Визначається коефіцієнт ступеня заповнення об'єму приміщення вибухонебезпечною сумішшю і її участі у вибуху:

$$\mu_v = \frac{2000 \cdot m \cdot Z}{V_{вільн} \cdot (C_{НКМП} + C_{мах})}. \quad (4.8)$$

9. Визначається коефіцієнт ступеня заповнення об'єму приміщення вибухонебезпечною сумішшю:

$$\mu_v^* = \frac{\mu_v}{Z}. \quad (4.9)$$

10. Визначається розрахункова щільність газу перед займанням:

$$\rho_0 = \frac{0,5367 \cdot \mu_v^* \cdot (\rho_{НКМП} + \rho_{мах})}{1 + 0,00367 \cdot t_p} + (1 - \mu_v^*) \cdot \frac{1,294}{1 + 0,00367 \cdot t_p}, кг \cdot м^{-3}. \quad (4.10)$$

11. Визначається об'єм полум'я:

$$V_{nl} = 0,5 \cdot \mu_v \cdot V_{np} \cdot (\varepsilon_{p.HKMP} + \varepsilon_{p.max}), \text{ м}^3. \quad (4.11)$$

12. Визначається об'єм приміщення, в якому відбувається горіння вибухонебезпечної суміші:

$$V = \begin{cases} V_{np}, \text{ м}^3, \text{ якщо } V_{nl} \geq V_{np}; \\ V_{nl}, \text{ м}^3, \text{ якщо } V_{nl} < V_{np}. \end{cases} \quad (4.12)$$

13. За табл. 4.2 шляхом інтерполяції визначається показник інтенсифікації вибухового горіння для малогабаритних α_m та великогабаритних α_θ конструкцій у залежності від ступеня захаращеності приміщення будівельними конструкціями та обладнанням Θ_3 і об'єму приміщення V , м^3 , в якому відбувається горіння вибухонебезпечної суміші.

14. Для заданих значень $\Theta_{3\theta}$ і Θ_{3m} визначається усереднений показник інтенсифікації вибухового горіння:

$$\alpha_{\theta,m} = \Theta_{3\theta} / 100 \cdot \alpha_\theta + \Theta_{3m} / 100 \cdot \alpha_m. \quad (4.13)$$

15. Визначається розрахункова ступінь стискання продуктів горіння при вибуху:

$$\varepsilon_c = 0,5 \cdot (\varepsilon_{c.HKMP} + \varepsilon_{c.max}). \quad (4.14)$$

Якщо $\varepsilon_c < 6$, слід приймати $\varepsilon_c = 6$. За відсутності вихідних даних допускається приймати $\varepsilon_c = 8$.

16. Визначаються розрахункові коефіцієнти μ_1 і μ_2 :

$$\mu_1 = \frac{0,05}{\varepsilon_c - 1}. \quad (4.15)$$

$$\mu_2 = \frac{1,3}{\varepsilon_c}. \quad (4.16)$$

17. Визначається коефіцієнт, що враховує ступінь заповнення приміщення вибухонебезпечною сумішшю

$$\beta_{\mu} = \begin{cases} 0, \text{ якщо } \mu_v \leq \mu_1; \\ 1, \text{ якщо } \mu_v \geq \mu_2; \\ \frac{\mu_v - \mu_1}{\mu_2 - \mu_1}, \text{ якщо } \mu_1 < \mu_v < \mu_2. \end{cases} \quad (4.17)$$

18. Визначається коефіцієнт, що враховує вплив форми приміщення та ефект витікання продуктів горіння вибухонебезпечної суміші:

$$K_{\phi} = \begin{cases} \frac{0,5 \cdot (b^2 + h^2)}{\sqrt[3]{V_{np}^2}}, \text{ якщо } \mu_v \geq \mu_2, h \leq a; \\ \frac{0,5 \cdot (b^2 + a^2)}{\sqrt[3]{V_{np}^2}}, \text{ якщо } \mu_v \geq \mu_2, h > a; \\ 1, \text{ якщо } \mu_v \leq 0,01; \\ 0,35 + \frac{0,65 \cdot (\mu_v - \mu_1)}{\mu_2 - \mu_1}, \text{ якщо } 0,01 < \mu_v < \mu_2. \end{cases} \quad (4.18)$$

Якщо значення $K_{\phi} > 1$ або $K_{\phi} < 0,35$, то приймають $K_{\phi} = 1$ або $K_{\phi} = 0,35$ відповідно.

19. Визначається мінімальна площа ЛСК у зовнішньому огороженні приміщення:

$$S_{min}^{ЛСК} = \frac{0,105 \cdot U_{н.р} \cdot \alpha_{в,м} \cdot (\varepsilon_c - 1) \cdot \beta_{\mu} \cdot K_{\phi} \cdot \sqrt[3]{V_{вільн}^2} \cdot \sqrt{\rho_0}}{\sqrt{\Delta P_{дон}}}, \text{ м}^2. \quad (4.19)$$

20. Визначається розрахункова швидкість розповсюдження полум'я:

$$U_p = 0,5 \cdot \alpha_{в,м} \cdot U_{н.р} \cdot (\varepsilon_{р.НКМП} + \varepsilon_{р.мах}), \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (4.20)$$

21. Визначається розрахунковий розмір меншої сторони скла:

$$a_{ск} = a_{np} + 3 \cdot h_{ск}, \text{ м}. \quad (4.21)$$

22. Визначається розрахунковий розмір більшої сторони скла:

$$b_{ск} = b_{np} + 3 \cdot h_{ск}, м. \quad (4.22)$$

23. Визначається площа скла:

$$S_{ск} = a_{ск} \cdot b_{ск}, м^2. \quad (4.23)$$

24. Визначається коефіцієнт, що залежить від відношення сторін скла:

$$\lambda_{ск} = \frac{a_{ск}}{b_{ск}}. \quad (4.24)$$

25. За таблицею. 4.3 визначається коефіцієнт K_{Sh} , який встановлює взаємозв'язок між площею та товщиною скла, що використовується для улаштування ЛСК.

26. За таблицею 4.4 визначається коефіцієнт K_λ , що залежить від співвідношення сторін листа скла.

27. Визначається значення приведенного тиску відкриття подвійного віконного скління:

$$\Delta P_{дон}^* = \frac{\Delta P_{дон}}{K_{Sh} \cdot K_\lambda}, кПа. \quad (4.25)$$

28. Визначається коефіцієнт відкриття подвійного віконного скління $K_{відкр}$ при вибуху за таблицею 4.5.

29. Визначається площа ЛСК у зовнішньому огороженні при використанні подвійного скління:

$$S_{ЛСК} = \frac{S_{min}^{ЛСК}}{K_{відкр}}, м^2. \quad (4.26)$$

Таблиця 4.2 – Показники інтенсифікації вибухового горіння $\alpha_{\text{в}}$ і $\alpha_{\text{м}}$

Ступінь захаращеності приміщення будівельними конструкціями і обладнанням $\Theta_3, \%$	Показники інтенсифікації вибухового горіння $\alpha_{\text{в}}$ і $\alpha_{\text{м}}$ при об'ємі приміщення $V, \text{м}^3$							
	100		1000		10 000		100 000 і більше	
	МГ, $\alpha_{\text{м}}$	ВГ, $\alpha_{\text{в}}$	МГ, $\alpha_{\text{м}}$	ВГ, $\alpha_{\text{в}}$	МГ, $\alpha_{\text{м}}$	ВГ, $\alpha_{\text{в}}$	МГ, $\alpha_{\text{м}}$	ВГ, $\alpha_{\text{в}}$
≤ 3	4	4	5	5	6	6	7	7
6	5	4	7	5	10	6	15	10
10	5	4	8	5	15	8	25	15
≥ 15	6	4	10	6	18	10	30	20

Обладнання великогабаритне (конструкція будівельна великогабаритна) – обладнання (будівельна конструкція), лінійні розміри якого (якої) по ширині, висоті й довжині перевищують 1,5 м.

Обладнання малогабаритне (конструкція будівельна малогабаритна) – обладнання (будівельна конструкція), що його (її) розміри або окремого елемента, який може бути розглянутий як самостійна перешкода на шляху розповсюдження полум'я, – не перевищують 0,75 м по ширині, висоті й довжині або що при відносно великій довжині (трубопровід, колона, елементи стрижневих систем і т. ін.) має поперечний перетин не більше 0,75X0,75 м.

Якщо Θ_3 визначити неможливо, допускається приймати, що будівельні конструкції та обладнання займають 20 % об'єму приміщення $V_{\text{пр}}$.

Для проміжних значень $V_{\text{пр}}$ і Θ_3 , а також за наявності в приміщенні як малогабаритних, так і великогабаритних будівельних конструкцій і обладнання значення $\alpha_{\text{в}}$ і $\alpha_{\text{м}}$ визначається лінійною інтерполяцією. Якщо $V_{\text{пр}} < 100 \text{ м}^3$, значення $\alpha_{\text{в}}$ і $\alpha_{\text{м}}$ визначаються лінійною інтерполяцією, умовно приймаючи, що при $V_{\text{пр}} = 0 \text{ м}^3$ значення $\alpha_{\text{в}}$ або $\alpha_{\text{м}}$ буде дорівнювати 2.

У разі відсутності даних по процентному співвідношенню між МГ і КГ допускається приймати, що об'єм, який займає КГ, складає $0,6 \cdot \Theta_3$, а МГ – $0,4 \cdot \Theta_3$.

Таблиця 4.3 – Коефіцієнт K_{Sh} , що встановлює взаємозв'язок між площею $S_{\text{СК}}, \text{м}^2$ та товщиною скла $h_{\text{СК}}, \text{м}$, яке використовується для улаштування ЛСК

$h_{\text{СК}},$ м	K_{Sh} при $S_{\text{СК}}, \text{м}^2$										
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5
0,003	0,435	0,370	0,320	0,280	0,2675	0,255	0,235	–	–	–	–
0,004	–	0,550	0,480	0,420	0,3975	0,375	0,335	0,305	0,260	–	–
0,005	–	–	–	–	0,535	0,500	0,450	0,410	0,340	0,285	0,250

Таблиця 4.4 – Коефіцієнт K_{λ} , що залежить від співвідношення сторін листа скла $\lambda_{ск}$

$\lambda_{ск}$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
K_{λ}	1,25	1,11	1,04	1,01	1,00	1,01	1,06	1,15

Таблиця 4.5 – Коефіцієнт відкриття подвійного віконного скління $K_{відкр}$ в залежності від приведенного тиску відкриття подвійного віконного скління $\Delta P_{доп}^*$, кПа

$\Delta P_{доп}^*$, кПа	$K_{відкр}$	$\Delta P_{доп}^*$, кПа	$K_{відкр}$	$\Delta P_{доп}^*$, кПа	$K_{відкр}$
7	0	15	0,379	23	0,894
8	0,004	16	0,474	24	0,912
9	0,014	17	0,564	25	0,924
10	0,036	18	0,648	26	0,931
11	0,074	19	0,721	27	0,935
12	0,130	20	0,782	28	0,938
13	0,202	21	0,831	29	0,939
14	0,287	22	0,867	30	0,940

Примітка. При $\Delta P_{доп}^* \leq 7$ кПа $K_{відкр} = 0$, при $\Delta P_{доп}^* \geq 30$ кПа $K_{відкр} = 0,94$

Контрольні питання

1. У яких приміщеннях улаштовують ЛСК?
2. Якої товщини скло застосовується у віконних рамах, що використовуються як ЛСК?
3. Які ви знаєте ЛСК, що руйнуються?
4. Які ви знаєте ЛСК, що зміщуються?

Практичне заняття 5 Пожежна безпека процесів ректифікації

Мета – вивчити особливості забезпечення пожежної безпеки процесів ректифікації.

Зміст роботи

Ректифікація – це якнайповніше розділення сумішей рідин, цілком або частково розчинних одна в одній. Процес ректифікації полягає в багатократній взаємодії пари з рідиною – флегмою, отриманою при частковій конденсації пари. Основними типами апаратів для проведення процесу ректифікації є колони (далі – РК) ректифікації, які за будовою можуть бути з тарілками і насадками. Основною особливістю РК є те, що для проведення ректифікації вони мають бути забезпечені відповідною теплообмінною апаратурою (кип'ятильником, підігрівачем, конденсатором-дефлегматором, холодильниками дистилату і кубового залишку).

Кип'ятильники (підігрівачі) призначені для забезпечення утворення висхідного по РК потоку пари і можуть бути вбудованими в колони (рисунок 5.1, а) або виносними (рисунок 5.1, б), а конденсатори-дефлегматори – для отримання флегми за рахунок часткової конденсації парової фази, що виходить. Варіанти розташування дефлегматорів наведено на рисунку 5.2.

Процеси ректифікації проводять на установках безперервної або періодичної дії. В установці безперервної дії (рисунок 5.3) необхідно, щоб суміш, яка надходить на розділення, стикалася із зустрічним потоком пари з більшою концентрацією компонента, що кипить за високої температури, ніж у рідкій суміші.

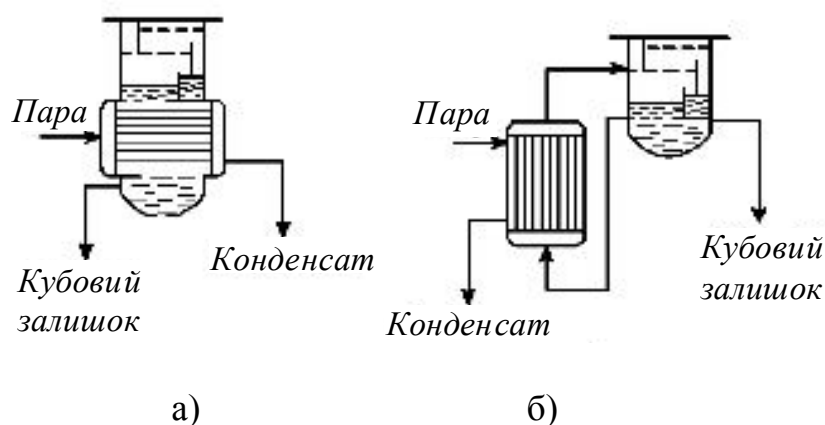


Рисунок 5.1 – Варіанти розташування кип'ятильників:
А – вбудованого; б – виносного

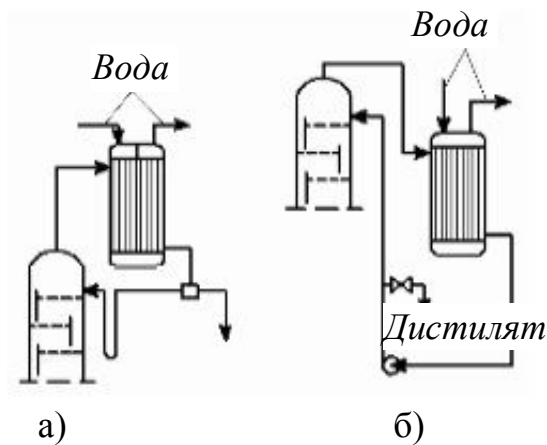


Рисунок 5.2 – Варіанти розташування дефлегматорів:

А – подачею флегми самотією;

Б – подачею флегми насосом

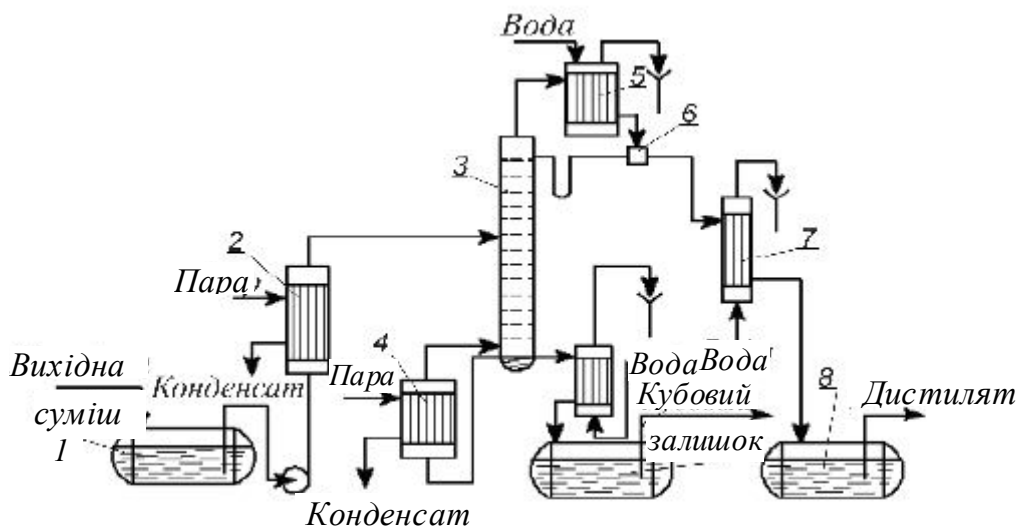


Рисунок 5.3 – Схема установки ректифікації безперервної дії:

- 1 – ємність для вихідної суміші; 2 – підігрівач; 3 – колона; 4 – кип'ятильник; 5 – дефлегматор; 6 – дільник флегми; 7 – холодильник; 8 – збірник дистилляту; 9 – збірник кубового залишку

Тому початкову суміш подають в те місце РК 3, яке відповідає цій умові. Місце введення початкової суміші, нагрітої до температури кипіння в підігрівачі 2, називають тарілкою живлення, або живильною тарілкою. Тарілка живлення ділить колону на дві частини: верхню (зміцнюючу) і нижню (вичерпну). У зміцнюючій частині відбувається збагачення пари компоненту, що кипить за низької температури (НК), який піднімається, а у вичерпній – видалення НК. Потік пари, що піднімається по РК, підтримується випаровуванням частини кубової рідини в кип'ятильнику 4, потік рідини,

поточної по колоні зверху вниз, поверненням частини флегми, яка утворюється при конденсації пари, котра виходить з колони, в дефлегматорі 5.

При безперервній ректифікації багатокомпонентних сумішей в установці мати бути не одна колона, а більше, оскільки в одній колоні можна розділити суміш тільки на два продукти.

Установки ректифікації, що періодично діють, – застосовують, як правило, для розділення рідких сумішей у тих випадках, коли використання установок, котрі безперервно діють, недоцільне. Звичайно це характерно для технологічних процесів, у яких кількості сумішей, що підлягають розділенню сумішей невелика і потрібний певний час для накопичення цих продуктів перед розділенням, або в умовах частого змінюваного складу вихідної суміші. Періодичну ректифікацію проводять на установках, схему якої наведено на рисунку 5.4.

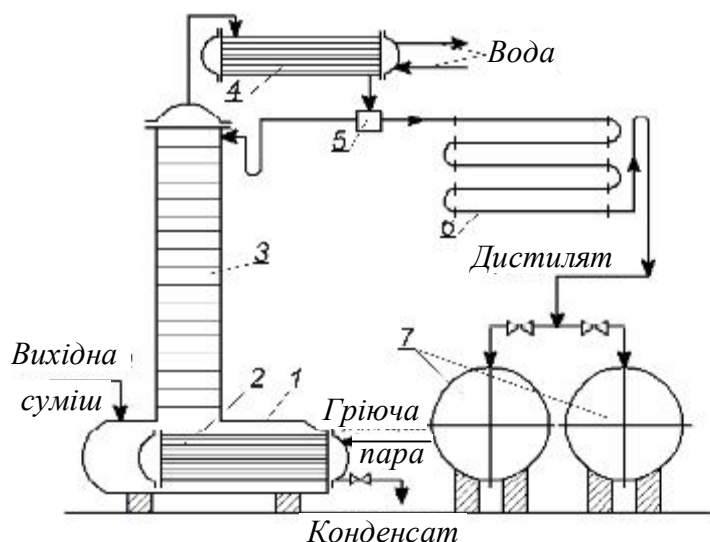


Рисунок 5.4 – Схема установки для проведення періодичної ректифікації

Вихідну суміш періодично завантажують до куба-кип'ятильника 1, забезпеченого підігрівачем 2, до якого подається теплоносії, наприклад насичена водяна пара, і доводять до кипіння. Пари, що утворюються, піднімаються по колоні 3, у якій відбувається проти потокова взаємодія цієї пари з рідиною (флегмою), що надходить з дефлегматора 4. Частина конденсату після подільника потоку 5 повертається в колону у вигляді флегми, інша частина – дистилат P – через холодильник 6 збирається в збірниках 7 у вигляді окремих фракцій. Процес ректифікації закінчують зазвичай після того, як буде досягнуто заданий середній склад дистилату. Таким чином, колона 3 є аналогом зміцнюючої частини колони безперервної дії, а куб виконує роль вичерпної частини.

Пожежна небезпека процесів ректифікації визначається пожежонебезпечними властивостями речовин і режимом роботи РК (температура, тиск).

Більшість колон працюють під невеликим тиском 0,12 – 0,7 МПа. При нормальних режимах роботи, в РК, що працюють під надмірним тиском,

утворення горючої суміші неможливе. Горючі концентрації усередині РК можуть утворюватися в періоди зупинки на ремонт і пуску колон після ремонту. При аваріях або несправностях у колонах, які працюють під тиском, можливі: вихід і займання продукту, якщо продукт нагрітий до температури самозаймання і вище, а в колонах, які працюють під вакуумом, підсмоктування повітря і утворення вибухонебезпечних концентрацій усередині колони.

Причини утворення нещільності й пошкоджень у РК: підвищення тиску, температурні й механічні дії, хімічний знос обладнання. Підвищення тиску є наслідком порушень матеріального й енергетичного балансів, процесу нормальної конденсації парової фази, попадання у високо нагріті РК рідин з низькою температурою кипіння.

Джерелами запалювання у процесах ректифікації можуть бути: вогняні роботи; самозаймання нагрітого продукту; самозаймання пірофорних відкладень; нагріті поверхні РК й іншого обладнання.

Пожежа на колоні ректифікації може швидко досягти великих масштабів, оскільки в результаті аварії можливий вихід назовні великої кількості горючої рідини та її пари. Ті пари горючої рідини, що виходять назовні, можуть привести до утворення вибухонебезпечних концентрацій в об'ємі приміщень або на території відкритих майданчиків. Розповсюдженню пожежі сприяють системи виробничої вентиляції й каналізації.

Контрольні питання

1. Що таке ректифікація?
2. Що є основними типами апаратів для проведення процесу ректифікації, та в чому полягають їх особливості?
3. Для чого призначені кип'ятильники (підігрівачі)?
4. Для чого призначені конденсатори-дефлегматори?
5. Для чого застосовують установки безперервної дії?
6. Із чого складається установка безперервної дії?
7. Для чого застосовують установки періодичної дії?
8. Чим визначається пожежна небезпека процесів ректифікації?
9. Із чого складається установка для проведення періодичної ректифікації?
10. Коли можуть утворюватися горючі концентрації усередині РК?
11. У чому полягають причини утворення нещільності та пошкоджень у РК?
12. Що може бути джерелами запалювання в процесах ректифікації?
13. До чого може призвести пожежа на РК?
14. Що необхідно робити за відсутності стаціонарних приладів автоматичного контролю рівня рідини в сепараторах?
15. Як має розміщуватися на відкритих майданчиках обладнання ректифікації?
16. Чим мають обладнуватися РК, установлені на відкритих майданчиках?
17. Які вимоги висуваються до теплоізоляції РК?

Практичне заняття 6 Пожежна безпека хімічних реакторів

Мета – вивчити особливості забезпечення пожежної безпеки хімічних реакторів.

Зміст роботи

Хімічний реактор – це апарат для проведення хімічних реакцій.

Хімічні реактори класифікуються за способом організації процесу; за тепловим режимом; режиму руху реакційного середовища; фазовим станом початкових реагентів; конструктивним оформленням теплообмінних пристроїв.

За способом організації процесу розрізняють реактори періодичної, напівбезперервної та безперервної дії. У реакторах періодичної дії початкову сировину (реагенти) завантажують через певні проміжки часу. Після здійснення хімічних перетворень продукти реакції вивантажують із реактора. Після закінчення розвантаження реактора і його повторного завантаження процес повторюється. Таким чином, у реакторах періодичної дії всі його стадії (завантаження, реакція, розвантаження), протікають в одному місці (в одному апараті), але в різний час.

У реакторах напівбезперервної (комбінованої) дії один із початкових реагентів завантажуються безперервно, інший – періодично. Іноді реагенти надходять до реактора періодично, продукти реакції вивантажуються безперервно.

У реакторах безперервної дії надходження початкових реагентів, сама хімічна реакція і вивантаження продуктів реакції проводяться одночасно і безперервно, але роз'єднані в просторі, тобто здійснюються в різних частинах одного апарата.

За тепловим режимом реактори бувають ізотермічні, адіабатичні, з програмованим тепловим режимом.

Реактори, в яких процес протікає при постійній температурі в усіх точках реакційного об'єму, називають ізотермічними. Досягти постійності температури в реальних умовах дуже складно, тому для більшості реакторів найбільш характерним є політропічний режим, тобто часткове відведення тепла реакції або підведення тепла ззовні. Для відведення і підведення тепла використовуються відповідні тепло- і холодоагенти.

Реактори, що працюють без теплообміну з навколишнім середовищем, називаються адіабатичними. Все тепло, що виділяється (або що поглинається) в реакторі, акумулюється реакційною сумішшю. Ці реактори прості за конструкцією, у них немає теплообмінних пристроїв. Для створення адіабатичного режиму використовують теплоізоляцію.

У реакторах із програмованим тепловим режимом теплообмін здійснюється відповідно до заданої програми зміни температури по висоті реактора або в певних точках реакційного об'єму (у певні проміжки часу).

По режиму руху реакційного середовища розрізняють реактори витіснення і реактори з перемішуванням (при безперервній дії реактора).

Реактор витіснення (рисунок 6.1) характеризується тим, що в ньому всі частинки продукту рухаються в заданому напрямі, не перемішуючись із частинками, що рухаються попереду і ззаду, повністю витісняючи, подібно до поршня, частинки потоку, що є попереду. Час перебування всіх частинок реакційного середовища в апаратах ідеального витіснення однаковий. Склад реакційної суміші змінюється поступово, по довжині (висоті) реактора, унаслідок протікання хімічної реакції.

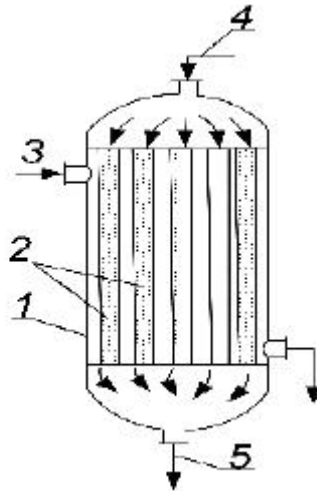


Рисунок 6.1 – Реактор витіснення трубчастого типу:
1 – корпус; 2 – катализатор; 3 – теплоносій (холодоагент);
4 – початкові продукти; 5 – продукти реакції

Реактори з перемішуванням (рисунок 6.2, 6.3), характеризуються тим, що реагенти, інтенсивно перемішуються за допомогою мішалки. Реагенти безперервно подаються до реактора, а продукти реакції безперервно виводяться. Частинки, що поступають до такого реактора, миттєво змішуються з частинками, що вже є в ньому. В результаті в усіх точках реакційного об'єму вирівнюються параметри, що характеризують процес.

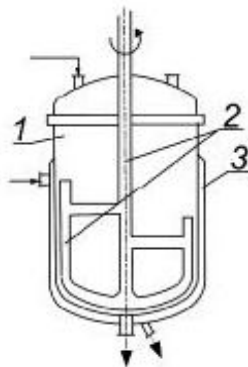


Рисунок 6.2 – Схема реактора зі скребковою мішалкою:
1 – корпус; 2 – мішалка; 3 – сорочка для підігрівання й охолодження

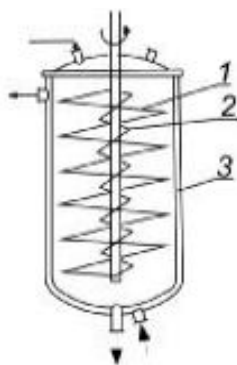


Рисунок 6.3 – Схема реактора зі спіралеподібною мішалкою:
1 – спіраль великого діаметра; 2 – спіраль малого діаметра;
3 – сорочка охолодження

За фазовим станом вихідних реагентів реактори бувають гомогенні й гетерогенні. Гомогенним називають реактор, якщо в ньому реагуючі речовини перебувають в одній фазі, наприклад тільки в рідкій або тільки в газоподібній, а гетерогенним – якщо в реакторі реагуючі речовини розміщуються в різних агрегатних станах.

За конструктивним виконанням теплообмінних пристроїв розрізняють реактори з сорочкою, з внутрішніми змійовиками, із зовнішнім (внутрішнім) теплообмінником і з подвійними трубками.

Система теплообміну може бути безперервною і ступінчастою. На рисунку 6.4 наведено найбільш поширені теплообмінні пристрої, вживані в реакторах із перемішуванням, а на рисунку 6.5 – у реакторах витіснення.

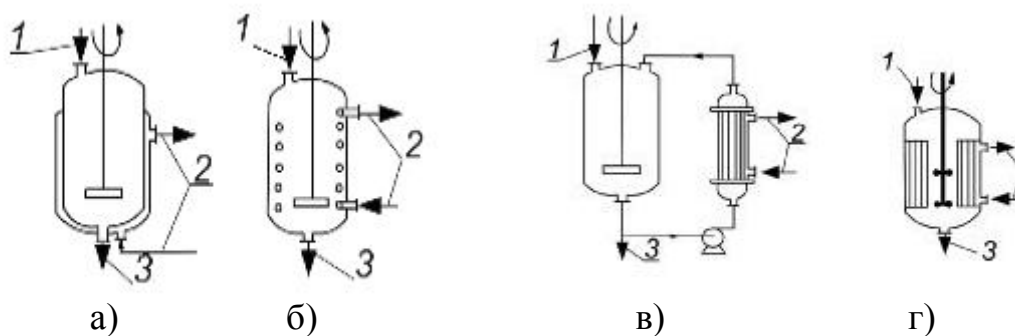


Рисунок 6.4 – Схема теплообмінних пристроїв у реакторах з перемішуванням
а – апарат з сорочкою; б – апарат з внутрішнім змійовиком; в – апарат із зовнішнім теплообмінником; г – апарат з внутрішнім теплообмінником;
1 – вихідна речовина; 2 – теплоносій; 3 – продукти реакції

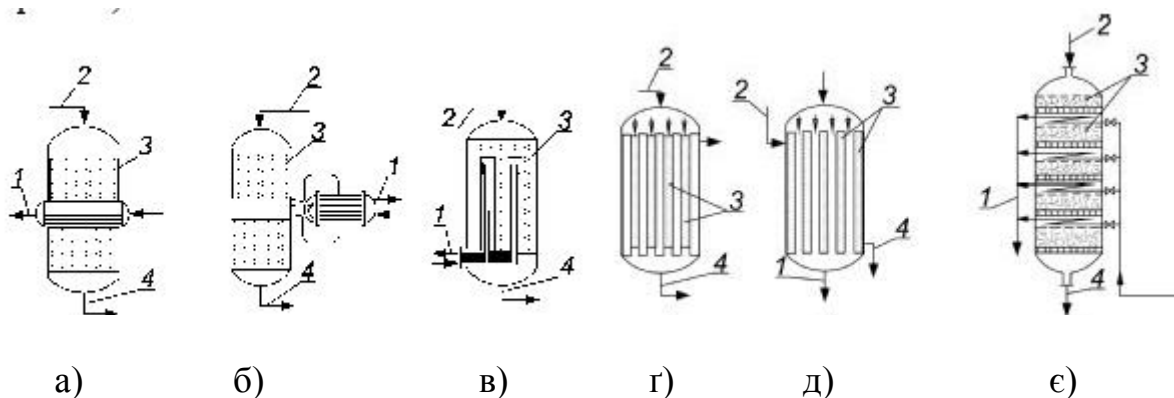


Рисунок 6.5 – Схеми теплообмінних пристроїв у реакторах витіснення:

а – внутрішній теплообмінник; *б* – зовнішній теплообмінник; *в* – подвійні трубки; *г, д* – кожухотрубчасті теплообмінники; *е* – внутрішні змійовики; 1 – теплоносій (холодоагент); 2 – вихідна речовина; 3 – каталізатор; 4 – продукти реакції.

Безперервне відведення (підведення) тепла здійснюється через теплообмінну поверхню по всій висоті реактора. При ступінчастому відведенні (підводі) тепла реактор ділиться на адіабатичні секції з проміжним охолодженням (підігрівом).

У реакторах, окрім хімічних, ідуть і фізичні процеси, за допомогою яких створюються оптимальні умови для здійснення хімічних реакцій (підтримуються певна температура, тиск, швидкість перемішування й ін.). Тому хімічні реактори з'єднуються з іншими технологічними апаратами (компресорами, насосами, теплообмінниками, сепараторами).

Машини й апарати, що поєднані між собою в певній послідовності, утворюють технологічну схему. При цьому апарати, розташовані до реактора, призначені для підготовки і подачі вихідних реагентів у реактор, а розташовані після реактора – для виділення цільового продукту, що отримується в результаті хімічних перетворень.

Пожежну небезпеку хімічних реакторів визначають фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості вихідних реагентів і продуктів реакції; властивості реакційного середовища і каталізаторів (ініціаторів), що застосовуються; параметри процесу, що проходить у реакторі (тиск, температура, об'ємна або масова швидкість); тип і конструктивні особливості реактора.

Горюче середовище в період нормального ведення технологічного процесу в реакторі не утворюється, оскільки в початкових реагентах і продуктах реакції відсутній окиснювач. Горюче середовище може утворитися в періоди завантаження або вивантаження, при заміні відпрацьованого каталізатора, якщо порушується безпечне співвідношення між паливом і окиснювачем при подачі їх у реактор.

Каталізатори можуть бути вибухопожежонебезпечними і стати джерелами запалювання. Органічні сполуки мають велику хімічну активність, самозаймаються на повітрі, реагують (із вибухом) з водою та іншими

речовинами. Для збільшення поверхні контакту каталізатора з речовиною його наносять на пористу основу (активоване вугілля, силікагель, кераміку й ін.) із розвиненою поверхнею. Каталізатори, приготовані на основі активованого вугілля, схильні до самозаймання.

Шляхи розповсюдження пожежі: при нормальному ході технологічного процесу вихід ГГ, пари і рідин із реакторів виключений, оскільки вони зачинені герметично. Вихід горючих речовин до виробничого приміщення або на відкритий майданчик можливий тільки у разі пошкоджень або виникнення аварій. Пошкодження (аварії) реакторів можуть відбутися при порушенні матеріального балансу в реакторі, збільшенні швидкості хімічної реакції (приводить до значного підвищення тиску і температури в реакторі) і зниженні механічної міцності стінок реактора.

Контрольні питання

1. Як класифікуються хімічні реактори?
2. Реактори періодичної дії.
3. Реактори напівбезперервної дії.
4. Реактори безперервної дії.
5. Ізотермічні реактори.
6. Адіабатичні реактори.
7. Реактори з програмованим тепловим режимом.
8. Реактори витіснення.
9. Реактори з перемішуванням.
10. Гомогенні реактори.
11. Гетерогенні реактори.
12. Як класифікують реактори за конструктивним виконанням теплообмінних пристроїв?
13. Чим визначається пожежна небезпека хімічних реакторів?
14. Коли може утворитися горюче середовище в хімічному реакторі?
15. Унаслідок чого виникають пошкодження (аварії) хімічних реакторів?
16. Експлуатація яких хімічних реакторів не допускається?
17. Що заборонено робити у реакторному відділенні?
18. Як правильно здійснювати завантаження порошкоподібних вибухопожежонебезпечних речовин?
19. Що необхідно робити при використанні металоорганічних каталізаторів?
20. Що необхідно забезпечити у реакторах, в яких відбувається перемішування вибухопожежонебезпечних речовин?
21. Що не допускається робити при використанні зрідженого газу як холодоагенту?

1 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Лабораторна робота 1 Дослідження впливу на рівень вибухонебезпеки технологічної системи «легкозаймиста речовина – резервуар вертикальний сталевий» географічної широти місця її розташування

Мета роботи – оволодіти навичками визначення рівня вибухонебезпеки технологічної системи «легкозаймиста речовина – резервуар вертикальний сталевий» («ЛЗР – РВС») та вміти визначати вплив на нього географічної широти її розташування.

Зміст роботи

Загальні відомості

Одним з основних параметрів при аналізі ризику пожежі є рівень вибухонебезпеки технологічної системи. Рівень вибухонебезпеки змінюється в межах від нуля до одиниці.

Під рівнем вибухонебезпеки технологічної системи розуміють відношення суми періодів $\tau_{ВНК}$, коли робоча концентрація пари ЛЗР (ϕ_n) усередині системи знаходиться в області вибухонебезпечних значень, до певного періоду функціонування $\tau_{функ}$, наприклад, до року, тобто:

$$Z = \frac{\sum \tau_{ВНК}(\phi_{нп} \leq \phi_n \leq \phi_{вп})}{\tau_{функ}}. \quad (1.1)$$

Найбільша складність виникає при визначенні концентрації пари рідини в апараті при дії на технологічну систему різних чинників. Із цією метою, як правило, проводять спеціальні дослідження, на основі яких розробляють методи розрахунку рівня вибухонебезпеки технологічних систем.

Завдання

1. Вивчити положення [1].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 1.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).
3. Визначити рівень вибухонебезпеки технологічної системи «ЛЗР-РВС».
4. Змінюючи географічну широту місця в діапазоні, запропонованому викладачем, оцінити її вплив на рівень вибухонебезпеки технологічної системи «ЛЗР – РВС».

Таблиця 1.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Географічна широта місця розташування системи $\psi, ^\circ$	
Номер місяця року N_m	
Кількість безхмарних днів у місяці $N_{об}$	
Загальна кількість днів у місяці N_0	
Середньомісячна температура навколишнього повітря для місяця $t_n, ^\circ C$	
Максимальна добова амплітуда коливань температури навколишнього повітря для місяця $\Delta t_{n\ max}, ^\circ C$	
Діаметр РВС $d_p, м$	
Висота РВС $h_p, м$	
Найменування ЛЗР	
Щільність ЛЗР $\rho_{ЛЗР}, кг\cdot м^{-3}$	
Рівень зливу ЛЗР в РВС $h_{ЛЗР}, м$	
Теплоємність ЛЗР $C_{ЛЗР}, Дж\cdot кг^{-1}\cdot K^{-1}$	2000
Нижня температурна межа поширення полум'я, $t_{нп}, ^\circ C$	
Коефіцієнт тепловіддачі у складному променисто-конвективному теплообміні від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, у навколишнє середовище $\alpha_{об-н}, Вт\cdot м^{-2}\cdot K^{-1}$	10,7
Коефіцієнт тепловіддачі у складному променисто-конвективному теплообміні від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, до пароповітряної суміші $\alpha_{об-нс}, Вт\cdot м^{-2}\cdot K^{-1}$	2,5
Наведений коефіцієнт тепловіддачі від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, до ЛЗР $\alpha_{об-ЛЗР}, Вт\cdot м^{-2}\cdot K^{-1}$	0,73
Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, до ЛЗР $\alpha_{вип-ЛЗР}, Вт\cdot м^{-2}\cdot K^{-1}$	5,3
Коефіцієнт тепловіддачі від пароповітряної суміші до поверхневого шару ЛЗР $\alpha_{нс-вш\ ЛЗР}, Вт\cdot м^{-2}\cdot K^{-1}$	5,3
Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{ЛЗР}, Вт\cdot м^{-1}\cdot K^{-1}$	0,11
Коефіцієнт прозорості атмосфери $k_{ат}$	0,7

Порядок виконання роботи

1. Визначають максимальну середньомісячну температуру навколишнього повітря:

$$t_{n-max} = t_n + \Delta t_{n-max}/2, ^\circ C. \quad (1.2)$$

2. Визначають площу дзеркала випаровування ЛЗР у РВС:

$$f_{ЛЗР} = \pi \cdot d_p^2/4, м^2. \quad (1.3)$$

3. Визначають площу оболонки, яка обмежує газовий простір РВС:

$$f_{об} = f_{ЛЗР} + \pi \cdot d_p (h_p - h_{ЛЗР}), \text{ м}^2. \quad (1.4)$$

4. Визначають усереднене значення розрахункового схилення сонця для місяця:

$$\xi = 22,7 \cdot \sin (295 - 30 \cdot N_{\text{м}}), ^\circ. \quad (1.5)$$

5. Визначають площу оболонки, яка обмежує газовий простір РВС і на яку впливає сонячна радіація:

$$f_{об-ср} = d_p \cdot (h_p - h_{ЛЗР}) \cdot \sin (\psi - \xi) + f_{ЛЗР} \cdot \cos (\psi - \xi), \text{ м}^2. \quad (1.6)$$

6. Визначають щільність упадного теплового потоку від сонця на майданчик, який розташований перпендикулярно до напрямку сонячних променів:

$$q_c = 1325 \cdot k_{ам}^{\frac{1}{\cos(\psi - \xi)}}, \text{ Вт} \cdot \text{ м}^{-2}. \quad (1.7)$$

7. Визначають теплову навантагу на резервуар від сонячної радіації:

$$q_{л} = 0,7 \cdot q_c \cdot f_{об-ср} / f_{об}, \text{ Вт} \cdot \text{ м}^{-2}. \quad (1.8)$$

8. Визначають тривалість світлового дня в місяці:

$$\tau_{\partial} = 11,9 + 5,7 \cdot \sin (267 - 27 \cdot N_{\text{м}}), \text{ год}. \quad (1.9)$$

9. Визначають показник температурного поля у поверхневому шарі ЛЗР у резервуарі:

$$m_{ЛЗР} = \sqrt{\frac{\pi \cdot \rho_{ЛЗР} \cdot c_{ЛЗР}}{7200 \cdot \lambda_{ЛЗР} \cdot \tau_{\partial}}}, \text{ м}^{-1}. \quad (1.10)$$

10. Визначають максимальну температуру поверхневого шару ЛЗР у резервуарі:

$$t_{\text{ни ЛЗР-мах}} = \frac{\frac{q_{\text{л}} + \alpha_{\text{об-н}}(t_{\text{n-max}} - t_{\text{n}})}{\alpha_{\text{об-н}} + \alpha_{\text{об-ЛЗР}} + \alpha_{\text{вун-ЛЗР}} \cdot f_{\text{ЛЗР}} / f_{\text{об}}} + t_{\text{n}}, {}^0\text{C}. \quad (1.11)$$

$$1 + \frac{m_{\text{ЛЗР}} \cdot \lambda_{\text{ЛЗР}}}{\alpha_{\text{нс-ни ЛЗР}}} \left(1 + \frac{f_{\text{ЛЗР}}}{f_{\text{об}}} \frac{\alpha_{\text{нс-ни ЛЗР}}}{\alpha_{\text{об-нс}}} \right)$$

11. Визначають параметр θ :

$$\theta = \frac{t_{\text{нп}} - t_{\text{n}}}{t_{\text{ни ЛЗР-мах}} - t_{\text{n}}}. \quad (1.12)$$

12. Визначають тривалість існування вибухонебезпечної концентрації всередині резервуара (значення $\arcsin \theta$ обчислюють у радіанах):

$$\tau_{\text{ВНК}} = \begin{cases} 0 \text{ год, якщо } \theta \geq 1; \\ 24 \text{ год, якщо } \theta \leq 0; \\ \tau_{\theta} \cdot \left(1 - \frac{2}{\pi} \cdot \arcsin \theta \right), \text{ год, якщо } 0 < \theta < 1. \end{cases} \quad (1.13)$$

13. Визначають рівень вибухонебезпеки технологічної системи у заданому місяці:

$$Z = \frac{N_{\text{об}}}{N_{\theta}} \cdot \frac{\tau_{\text{ВНК}}}{24}. \quad (1.14)$$

Контрольні питання

1. Що розуміють під рівнем вибухонебезпеки технологічної системи?
2. У яких межах змінюються рівень вибухонебезпеки?
3. За яких умов вибухонебезпечна концентрації всередині резервуара зберігається протягом доби?
4. За яких умов вибухонебезпечна концентрації всередині резервуара відсутня?

Лабораторна робота 2 Розрахунок розмірів зон, обмежених нижньою концентраційною межею розповсюдження полум'я газів і пари, при аварійному надходженні горючих газів і пари легкозаймистих рідин в приміщення

Мета роботи – оволодіти навичками визначення розмірів зон, обмежених нижньою концентраційною межею розповсюдження полум'я (НКМП) газів і пари, при аварійному надходженні горючих газів (ГГ) і пари легкозаймистих рідин (ЛЗР) в приміщення.

Зміст роботи

Загальні відомості

Нижня концентраційна межа поширення полум'я – мінімальний вміст горючої речовини в однорідній суміші з окислювальним середовищем, за якого можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

Легкозаймиста рідина (ЛЗР) – горюча рідина з температурою спалаху не більше 61 °С у закритому тиглі або 66 °С у відкритому тиглі. Особливо небезпечними називають легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28 °С.

Розрахунок розмірів зон, обмежених НКМП пари, при аварійному надходженні пари легкозаймистих рідин у приміщення

Завдання

1. Вивчити положення додатка Б [2].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 2.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів):

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
1		2
Розміри приміщення	Довжина l , м	
	Ширина b , м	
	Висота h , м	
Розміри апарата	Діаметр основи d_a , м	
	Висота h_a , м	
Назва ЛЗР		
Кількість ЛЗР в апараті m , кг		
Розрахункова температура в приміщенні t_p , °С		
Щільність парів ЛЗР при розрахунковій температурі ρ , кг · м ⁻³ ·		
Тиск насичених парів ЛЗР при розрахунковій температурі p_n , кПа		

Продовження таблиці 2.1

1		2
Початковий тиск у приміщенні p_0 , κPa		101
НКМП C_{HKMP} , %		
Час випаровування T , c		
Розрахунковий коефіцієнт K_I		1,1958
Розрахунковий коефіцієнт	при вентиляції, що працює $K_{3(вн)}$	0,3536
	при вентиляції, що не працює $K_{3(вн)}$	0,04714
Припустимі рівні відхилень концентрацій при рівні значимості $Q = 0,05$ при вентиляції	що працює $\delta_{вн}$	1,27
	що не працює $\delta_{вн}$	1,25

3. Визначити розміри зон, обмежених НКМП пари, при аварійному надходженні пари легкозаймистих рідин в приміщення.

Порядок виконання роботи

1. Визначають концентрацію насичених парів при розрахунковій температурі:

$$C_n = \frac{100 \cdot p_n}{p_0}, \% . \quad (2.1)$$

2. Визначають вільний об'єм приміщення:

$$V_{\text{вільн}} = 0,8 \cdot l \cdot b \cdot h, \text{ м}^3 . \quad (2.2)$$

3. Визначають передекспоненціальний множник:

3.1. При вентиляції, що працює:

$$C_{0(\text{вн})} = C_n \left(\frac{m \cdot 100}{C_n \cdot \rho \cdot V_{\text{вільн}}} \right)^{0,46}, \% . \quad (2.3)$$

3.2. При вентиляції, що не працює:

$$C_{0(\text{вн})} = C_n \left(\frac{m \cdot 100}{C_n \cdot \rho \cdot V_{\text{вільн}}} \right)^{0,41}, \% . \quad (2.4)$$

4. Визначають розрахунковий коефіцієнт K_2

$$K_2 = \frac{T}{3600}. \quad (2.5)$$

5. Визначають відстані:

5.1. При вентиляції, що працює:

$$X_{HKMP(вн)} = K_1 \cdot l \cdot (K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{вн} \cdot C_{0(вн)}}{C_{HKMP}})^{0,5}, \text{ м}; \quad (2.6)$$

$$Y_{HKMP(вн)} = K_1 \cdot b \cdot (K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{вн} \cdot C_{0(вн)}}{C_{HKMP}})^{0,5}, \text{ м}; \quad (2.7)$$

$$Z_{HKMP(вн)} = K_{3(вн)} \cdot h \cdot (K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{вн} \cdot C_{0(вн)}}{C_{HKMP}})^{0,5}, \text{ м}. \quad (2.8)$$

5.2. При вентиляції, що не працює:

$$X_{HKMP(вн)} = K_1 \cdot l \cdot (K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{вн} \cdot C_{0(вн)}}{C_{HKMP}})^{0,5}, \text{ м}; \quad (2.9)$$

$$Y_{HKMP(вн)} = K_1 \cdot b \cdot (K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{вн} \cdot C_{0(вн)}}{C_{HKMP}})^{0,5}, \text{ м}; \quad (2.10)$$

$$Z_{HKMP(вн)} = K_{3(вн)} \cdot h \cdot (K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{вн} \cdot C_{0(вн)}}{C_{HKMP}})^{0,5}, \text{ м}. \quad (2.11)$$

6. Визначають параметри геометричної зони, обмеженої НКМП парів, у вигляді циліндра:

6.1. При вентиляції, що працює:

– радіус циліндра:

$$R_{\delta(вн)} = \max \{ X_{HKMP(вн)}; Y_{HKMP(вн)} \}; \quad (2.12)$$

– висота циліндра:

$$Z_{\bar{\sigma}(en)} = \begin{cases} Z_{HKMP(en)}, \text{ якщо } h_a < Z_{HKMP(en)}; \\ h_a + Z_{HKMP(en)}, \text{ якщо } h_a \geq Z_{HKMP(en)}. \end{cases} \quad (2.13)$$

Якщо $Z_{\bar{\sigma}(en)} > h$, то $Z_{\bar{\sigma}(en)} = h$.

6.2. При вентиляції, що не працює:

– радіус циліндра:

$$R_{\bar{\sigma}(en)} = \max \{ X_{HKMP(en)}; Y_{HKMP(en)} \}; \quad (2.14)$$

– висота циліндра:

$$Z_{\bar{\sigma}(en)} = \begin{cases} Z_{HKMP(en)}, \text{ якщо } h_a < Z_{HKMP(en)}; \\ h_a + Z_{HKMP(en)}, \text{ якщо } h_a \geq Z_{HKMP(en)}. \end{cases} \quad (2.15)$$

Якщо $Z_{\bar{\sigma}(en)} > h$, то $Z_{\bar{\sigma}(en)} = h$.

Контрольні питання

1. Що являє собою геометрична зона, обмежена НКМП газів для горючих газів?
2. Що являє собою геометрична зона, обмежена НКМП парів для ЛЗР?
3. Що приймають за початок відліку зони, обмеженої НКМП газів і парів?
4. Коли відстані X_{HKMP} , Y_{HKMP} , Z_{HKMP} приймають такими, що дорівнюють нулю?

Лабораторна робота 3 Розрахунок параметрів парової завіси для технологічної трубчастої печі

Мета роботи: оволодіти навичками визначення параметрів парової завіси для технологічної трубчастої печі.

Зміст роботи

Загальні відомості

Протипожежна парова завіса призначена для запобігання контакту горючих газових сумішей, що утворюються при аваріях на підприємствах нафтохімічної і газової промисловості, з джерелами запалення (наприклад, нагрівальними печами). Завіса повинна володіти достатньою щільністю і далекобійністю, що виключають проскакування горючої суміші в зону об'єкта, що захищається. Виконання цих вимог досягається оптимальною компоновкою конструкції пристрою, відтворюючого завісу, і розрахунком параметрів завіси.

Пристроєм для створення парової завіси (рисунок 3.1) є кільцевий трубчастий колектор, уздовж осі якого по всій верхній частині просвердлені отвори однакового діаметра на рівній відстані один від одного. Діаметр і довжину колектора, кількість і діаметр отворів визначають розрахунком.

Колектор розташовується на металевих, бетонних або цегляних опорах, висота яких повинна бути не менше 0,2 м.

Відстань від колектора до об'єкта, що захищається, визначають розрахунком.

Колектор повинен мати дренажні вентиля для спуску конденсату або атмосферних опадів.

Уздовж осі колектора встановлюють жорстку газонепроникну огорожу (листова залізо або цегляна стіна) для запобігання проскакуванню горючої суміші між окремими струменями в початковій ділянці завіси. Верхня кромка огорожі повинна бути на 0,4 – 0,6 м вище за колектор. Відстань між колектором і огорожею визначають розрахунком. Отвори в огорожах повинні бути постійно закриті щільними дверима.

Траєкторія струменя завіси повинна перевищувати зону, що захищається. Висоту завіси над зоною, що захищається, визначають розрахунком. Для високих об'єктів завіса може бути виконана багатосекційною у вертикальному напрямі.

Для забезпечення рівномірної роздачі пари по довжині колектора необхідно, щоб відношення сумарної площі отворів до площі поперечного перетину колектора було менше або рівне 0,3.

Температуру повітря при розрахунку приймати рівною середньою для найбільш холодного (зимового) періоду часу, характерного даному географічному району.

Швидкість вітру при розрахунку приймати рівній середній швидкості для найбільш вітряного періоду, характерного для даного географічного району.

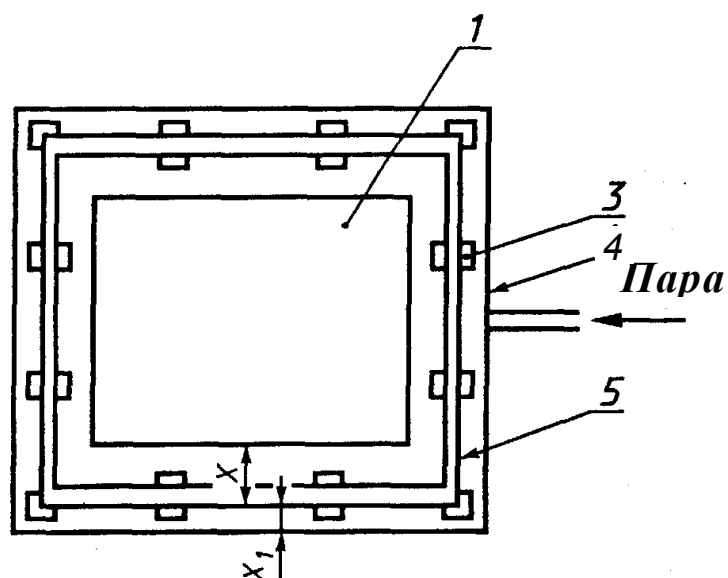
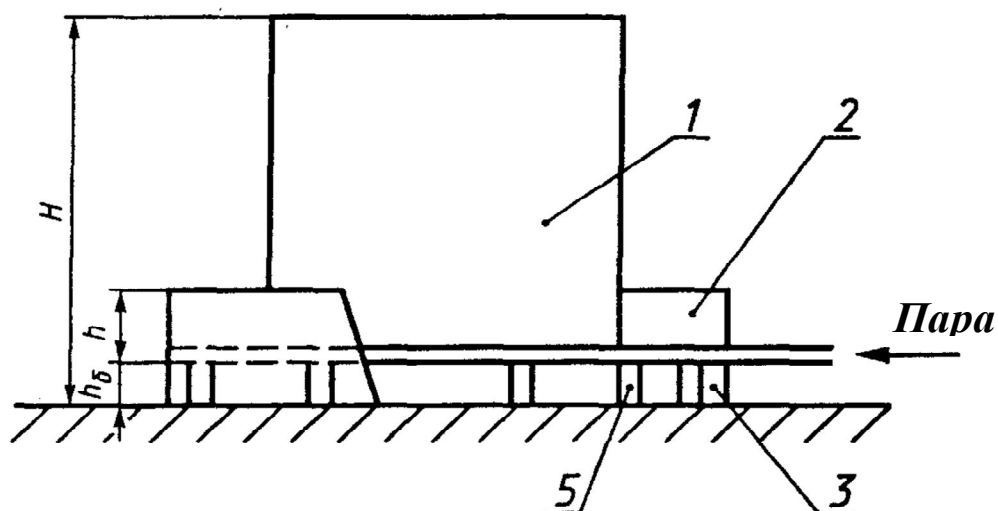


Рисунок 3.1 – Схема пристрою для створення парової завіси:
 1 – об'єкт, що захищається; 2 – огорожа; 3 – опора колектора;
 4 – колектор; 5 – дренажний вентиль;
 H – висота верхньої кромки огорожі над колектором;
 h_{δ} – висота опори;
 X – відстань від колектора до сторони об'єкта, що захищається;
 X_1 – відстань від огорожі до колектора.

Завдання

1. Вивчити положення додатку Н [2].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 3.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів):

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Периметр зони, що захищається P , м	
Висота зони, що захищається H , м	
Максимально можливий тиск пари, що можна подати в колектор завіси $p_{1\max}$, Па	
Середня температура найбільш холодного періоду часу t_n , $^{\circ}\text{C}$	
Щільність повітря ρ_n , $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$	
Атмосферний тиск p_2 , Па	$1\cdot 10^5$
Швидкість вітру W_n , $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	
Висота бетонних опор $h_{\text{б}}$, м	
Висота верхньої кромки огорожі над колектором завіси h , м	
Показник адіабати перегрітої пари, K	1,3
Коефіцієнт витрати пари крізь отвір φ	

3. Визначити параметри парової завіси для технологічної трубчастої печі відповідно до запропонованого нижче порядку.

Порядок виконання роботи

1. За використанням таблиці 3.2 для параметрів H , $p_{1\max}$ та W_n визначають діаметр отвору d_0 , мм та тиск пари p_1 , Па, що буде подаватися в колектор завіси.

2. За даними таблиці 3.3 визначають питомий об'єм пари V_1 , $\text{м}^3\cdot\text{кг}^{-1}$.

3. Визначають відстань від колектору до об'єкту, що захищається:

$$X = 0,25 \cdot H, \text{ м.} \quad (3.1)$$

4. Визначають довжину колектору завіси:

$$L_{\text{кол}} = P + 8 \cdot X, \text{ м.} \quad (3.2)$$

5. Визначають питому витрату пари з отворів колектора:

$$\rho_0 \cdot W_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{K}{K-1} \cdot \frac{p_1}{V_1} \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{2/K} - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{(K+1)/K} \right]}, \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}. \quad (3.3)$$

6. Визначають діаметр отворів на колекторі:

$$d_0 = \left(\frac{\rho_n \cdot W_n}{\rho_0 \cdot W_0} \right)^{1,5} \cdot \frac{H^{1,5}}{X^{0,5}} \cdot 10^3, \text{ мм.} \quad (3.4)$$

7. Визначають відстань між отворами:

$$l = \frac{h}{2} \cdot 10^3, \text{ мм.} \quad (3.5)$$

8. Визначають кількість отворів:

$$n = \frac{L_{\text{кол}} \cdot 10^3}{l} + 1, \text{ шт.} \quad (3.6)$$

9. Визначають діаметр колектора завіси:

$$D_{\text{кол}} = 1,83 \cdot d_0 \cdot \sqrt{n}, \text{ мм.} \quad (3.7)$$

10. Визначають витрату пари:

$$G_{\text{пара}} = 0,785 \cdot \varphi \cdot (d_0 \cdot 10^{-3})^2 \cdot n \cdot \rho_0 \cdot W_0, \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (3.8)$$

11. Визначають загальну висоту огорожі:

$$h_{\text{огор}} = h + h_6, \text{ м.} \quad (3.9)$$

12. Визначають відстань від огорожі до колектора:

$$X_I = 0,25 \cdot h, \text{ м.} \quad (3.10)$$

13. Визначають довжину огорожі:

$$L_{\text{огор}} = L_{\text{кол}} + 8 \cdot X_I, \text{ м.} \quad (3.12)$$

Таблиця 3.2 – Зміна висоти завіси залежно від діаметра отворів та тиску пари

$p_I \cdot 10^5 \text{ Па}$	$d_0, \text{ мм}$							
	3	4	5	6	7	8	9	10
$W_n = 2 \text{ м/с}$								
3	3,30	4,05	4,7	5,3	5,9	6,5	7,0	7,5
4	4,00	4,80	5,5	6,3	7,0	7,6	8,2	8,7
5	4,50	5,40	6,3	7,2	7,9	8,7	9,3	10,0
6	4,85	5,80	6,7	7,7	8,5	9,3	10,0	—
7	5,25	6,30	7,3	8,3	9,2	10,0	—	—
8	5,50	6,60	7,6	8,7	9,5	—	—	—
9	5,75	7,00	8,0	9,2	10,0	—	—	—
10	6,15	7,40	8,5	9,8	—	—	—	—
12	6,70	8,00	9,3	11,0	—	—	—	—
14	7,10	8,50	10,0	—	—	—	—	—
16	7,50	9,00	—	—	—	—	—	—
$W_n = 3 \text{ м/с}$								
4	2,60	3,20	3,70	4,20	4,60	5,0	5,5	5,80
5	3,00	3,60	4,15	4,80	5,25	5,7	6,2	6,60
6	3,20	3,90	4,50	5,15	5,70	6,2	6,7	7,15
7	3,50	4,20	4,85	5,50	6,10	6,7	7,2	7,70
8	3,65	4,40	5,20	5,80	6,40	7,0	7,6	8,10
10	4,10	5,00	5,70	6,50	7,20	7,9	8,5	9,10
12	4,40	5,40	6,20	7,00	7,80	8,5	9,2	9,80
16	5,00	6,00	6,90	7,80	8,70	9,5	10,3	—
$W_n = 4 \text{ м/с}$								
4	—	2,40	2,80	3,1	3,50	3,8	4,1	4,4
5	—	2,80	3,10	3,5	3,90	4,3	4,6	5,0
6	2,42	2,92	3,36	3,8	4,25	4,6	5,0	5,4
7	2,60	3,16	3,60	4,1	4,60	5,0	5,4	5,8
8	2,70	3,30	3,80	4,3	4,80	5,2	5,6	6,0
9	2,90	3,45	4,00	4,5	5,00	5,5	5,9	6,3
10	3,10	3,74	4,30	4,9	5,40	5,9	6,4	6,8
12	3,30	4,10	4,70	5,1	5,90	6,4	6,9	7,4
15	3,60	4,40	5,00	5,7	6,30	6,9	7,4	8,0
$W_e = 6 \text{ м/с}$								
4	—	—	1,84	2,10	2,30	2,54	2,75	2,90
6	—	1,95	2,25	2,57	2,82	3,10	3,34	3,60
8	—	2,20	2,52	2,90	3,20	3,50	3,80	4,00
10	2,10	2,50	2,85	3,16	3,60	4,00	4,30	4,60
12	2,20	2,65	3,06	3,40	3,85	4,20	4,60	4,90
15	2,42	2,90	3,86	3,82	4,25	4,60	5,00	5,35

Таблиця 3.3 – Залежність питомого об'єму пари від її тиску

Тиск пари $p_l \cdot 10^5, \text{Па}$	Питомий об'єм пари $V_l, \text{м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$
2,702655	0,6693
3,131352	0,5831
3,614985	0,5096
4,157478	0,4469
4,762755	0,3933
6,183243	0,3075
7,92648	0,2431
10,03563	0,1944
12,5568	0,1568
15,54885	0,1276
19,17855	0,1045

Контрольні питання

1. Для чого призначена протипожежна парова завіса?
2. Яким вимогам повинна відповідати парова завіса?
3. Що є пристроєм для створення парової завіси?
4. Які конструктивні особливості пристрою для створення парової завіси?

Лабораторна робота 4 Визначення розміру зливного отвору в піддоні, при якому виключається перелив горючої рідини через борт

Мета роботи: оволодіти навичками визначення розміру зливного отвору в піддоні, при якому виключається перелив горючої рідини через борт

Завдання

1. Вивчити положення додатка М [2].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді табл. 4.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів):

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Діаметр апарату D , м		
Назва ГР в апараті		
Площі перерізів патрубків	1-го σ_1 , м ²	
	2-го σ_2 , м ²	
	3-го σ_3 , м ²	
	4-го σ_4 , м ²	
Висоти рівнів ГР над патрубками	1-м H_1 , м	
	2-м H_2 , м	
	3-м H_3 , м	
	4-м H_4 , м	
Інтенсивність подачі води від системи пожежогасіння J , кг · м ⁻² · с ⁻¹		
Щільність води для пожежогасіння ρ , кг · м ⁻³		1000
Швидкість вигорання горючої рідини W , кг · м ⁻² · с ⁻¹		
Висота борта піддону L , м		
Прискорення вільного падіння g , м · с ⁻²		9,81
Коефіцієнт витікання рідини крізь отвір φ		0,65

3. Визначити розмір зливного отвору в піддоні, при якому виключається перелив ГР через борт відповідно до запропонованого нижче порядку

Прийняті припущення:

- при виникненні аварійної ситуації герметичність стінок апарату не порушується;
- руйнуються тільки патрубки, що лежать нижче за рівень горючої рідини (ГР) в апараті, утворюючи зливні отвори, які дорівнюють діаметру патрубків;
- імовірність одночасного руйнування двох патрубків мала;
- тиск пари над поверхнею ГР в апараті в процесі зливу рідини не міняється.

Порядок виконання роботи

1. Визначають початкові витрати ГР крізь патрубки:

1.1. Крізь 1-й:

$$Q_1 = \varphi \cdot \sigma_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_1}, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}. \quad (4.1)$$

1.2. Крізь 2-й:

$$Q_2 = \varphi \cdot \sigma_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_2}, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}. \quad (4.2)$$

1.3. Крізь 3-й:

$$Q_3 = \varphi \cdot \sigma_3 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_3}, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}. \quad (4.3)$$

1.4. Крізь 4-й:

$$Q_4 = \varphi \cdot \sigma_4 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_4}, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}. \quad (4.4)$$

2. Визначають максимальну початкову витрату ГР:

$$Q_{max} = \max[Q_1, Q_2, Q_3, Q_4], \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}. \quad (4.5)$$

3. Беруть значення площі перерізу σ , м^2 і висоти рівня рідини H_0 , м , що відповідають патрубку, для якого має місце максимальна початкова витрата ГР Q_{max} .

4. Визначають площу поперекового перерізу апарату:

$$F_a = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ м}^2. \quad (4.6)$$

5. Визначають площу піддону:

$$F_{nid} = (D + l)^2, \text{ м}^2. \quad (4.7)$$

6. Визначають максимально припустимий рівень рідини в піддоні:

$$h_{max} = 0,8 \cdot L, \text{ м} \quad (4.8)$$

7. Визначають параметр m :

$$m = \frac{F_a \cdot H_0}{F_{ni\partial} \cdot h_{max}}. \quad (4.9)$$

8. Визначають об'єм води, що потрапляє до піддону в одиницю часу:

$$Q_0 = \frac{(J - W) \cdot F_{ni\partial}}{\rho} \cdot c^{-1}. \quad (4.10)$$

9. Визначають параметр b :

$$b = \ln \left[\sqrt{\frac{F_a \cdot H_0}{F_{ni\partial} \cdot h_{max}}} \cdot \left(1 + \frac{Q_0}{Q_{max}} \right) \right]. \quad (4.11)$$

10. За табл. 4.2 визначають параметр a .

11. Визначають площу зливного отвору:

$$f = 2 \cdot a \cdot \sigma \cdot \sqrt{\frac{F_{ni\partial}}{F_a}}, m^2. \quad (4.12)$$

Таблиця 4.2 – Залежність параметра a від b

a	b	A	b	a	b	A	b
0,000	0,000	0,990	0,993	3,107	1,901	14,999	3,408
0,071	0,106	1,000	1,000	3,418	1,987	16,573	3,506
0,170	0,241	1,045	1,030	3,762	2,075	18,313	3,605
0,268	0,361	1,081	1,053	4,144	2,164	20,236	3,705
0,362	0,467	1,185	1,117	4,568	2,255	22,362	3,804
0,454	0,560	1,255	1,158	5,037	2,347	24,711	3,903
0,540	0,642	1,337	1,205	5,557	2,440	27,308	4,003
0,622	0,714	1,433	1,256	6,132	2,534	30,178	4,102
0,697	0,777	1,543	1,313	6,769	2,628	33,351	4,219
0,765	0,831	1,668	1,374	7,473	2,725	36,857	4,302
0,853	0,877	1,810	1,439	8,253	2,821	40,732	4,401
0,876	0,915	1,971	1,509	9,115	2,918	45,014	4,501
0,921	0,946	2,151	1,581	10,068	3,015	54,978	4,701
0,955	0,970	2,352	1,657	11,121	3,113	67,148	4,901
0,980	0,980	2,575	1,736	12,287	3,211	74,210	5,000
0,986	0,986	2,828	1,817	13,575	3,309		

Контрольні питання

1. До чого призводить вихід горючої речовини з пошкодженого технологічного обладнання?
2. Що улаштовують для попередження аварійного розтікання горючої рідини?
3. У якому випадку і для чого доцільно розділяти виробничу площу бортиками на протипожежні відсіки?
4. Що і де встановлюють для попередження або зменшення аварійного витікання рідин з ушкоджених апаратів і трубопроводів?

Лабораторна робота 5 Визначення максимальної середньої об'ємної температури та часу її досягнення при пожежі у виробничому приміщенні

Мета роботи: Оволодіти навичками визначення максимальної середньооб'ємної температури пожежі у виробничому приміщенні та часу її досягнення.

Зміст роботи

Загальні відомості

Пожежі в приміщеннях можна розділити на два види: пожежі, регульовані вентиляцією, і пожежі, регульовані пожежною навантагою.

Під пожежами, регульованими вентиляцією, розуміють пожежі, які протікають при обмеженому вмісті кисню в газовому середовищі приміщення і надлишку горючих речовин і матеріалів. Вміст кисню в приміщенні визначають умовами його вентиляції, тобто площею припливних отворів або витратою повітря, що поступає в приміщення пожежі за допомогою систем вентиляції.

Під пожежами, регульованими пожежною навантагою, розуміють пожежі, які протікають при надлишку кисню повітря в приміщенні і розвиток пожежі залежить від пожежної навантаги. Ці пожежі за своїми параметрами наближаються до пожеж на відкритому просторі. (Пожежна навантага – кількість теплоти, що може виділитися в разі повного згоряння всіх горючих матеріалів, які є у приміщенні або іншому просторі, включно з покриттями стін, перегородок, підлоги та стель).

За характером дії на огорожувальні конструкції пожежі підрозділяються на локальні і об'ємні.

Локальні пожежі характеризуються слабкою тепловою дією на огорожувальні конструкції і розвиваються при надлишку повітря, необхідного для горіння, і залежать від вигляду горючих речовин і матеріалів, їх стану і розташування в приміщенні.

Об'ємні пожежі характеризуються інтенсивною тепловою дією на огорожувальні конструкції. Для об'ємної пожежі, регульованої вентиляцією, характерна наявність між факелом полум'я і поверхнею огорожувальної конструкції газового прошарку з димових газів, процес горіння відбувається при надлишку кисню повітря і наближається до умов горіння на відкритому просторі. Для об'ємної пожежі, регульованої пожежною навантагою, характерна відсутність газового (димовий) прошарку між полум'ям і обгороджуванням.

Об'ємні пожежі в обгороджуваннях прийнято називати відкритими пожежами, а локальні пожежі, що протікають при закритих дверних і віконних отворах – закритими.

Завдання

1. Вивчити положення додатку К [2].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді табл. 5.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів):

Таблиця 5.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Розміри приміщення	Довжина a , м	
	Ширина b , м	
	Висота h , м	
Площа прорізів S_{np} , m^2		
Середня висота прорізів h_{np} , м		
Загальна кількість пожежної навантаги, приведена до деревини P_{∂} , кг		
Кількість повітря, необхідна для згоряння 1 кг деревини V_{∂} , $m^3 \cdot kg^{-1}$		4,2
Нижня теплота згоряння Q_{∂} , $MДж \cdot кг^{-1}$		13,8
Початкова температура в приміщенні t_0 , $^{\circ}C$		

3. Визначити максимальну середньооб'ємну температури пожежі у виробничому приміщенні та час її досягнення.

4. Встановити як впливає збільшення значень параметрів P_{∂} та S_{np} , на характерну тривалість пожежі.

Порядок виконання роботи

1. Визначають об'єм приміщення:

$$V = a \cdot b \cdot h, m^3. \quad (5.1)$$

2. Визначають площу приміщення:

$$S = a \cdot b, m^2. \quad (5.2)$$

3. Визначають пожежну навантагу, що віднесена до площі підлоги:

$$q = \frac{P_{\partial}}{S}, кг \cdot m^{-2}. \quad (5.3)$$

4. Визначають прорізність приміщення:

$$\Pi = \begin{cases} \frac{S_{np} \cdot h_{np}^{0,5}}{V^{0,667}}, m^{0,5}, \text{ якщо } V \leq 10 m^3; \\ \frac{S_{np} \cdot h_{np}^{0,5}}{S}, m^{0,5}, \text{ якщо } V > 10 m^3. \end{cases} \quad (5.4)$$

5. Визначають критичне значення пожежної навантаги:

$$q_{кр.к} = \frac{4500 \cdot \Pi^3}{1 + 500 \cdot \Pi^3} + \frac{V^{0,333}}{6 \cdot V_{\partial}}, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}. \quad (5.5)$$

6. Визначають питому кількість пожежної навантаги:

$$q_k = \frac{P_{\partial}}{(6 \cdot S - S_{np})}, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}. \quad (5.6)$$

Порівнюються значення q_k і $q_{кр.к}$. Якщо $q_k > q_{кр.к}$, то в приміщенні має місце пожежа, що регулюється вентиляцією (ПРВ). В іншому випадку – пожежа, що регулюється пожежною навантагою (ПРН).

7. Визначають максимальну середньооб'ємну температуру на стадії об'ємної пожежі:

$$T_{max} = \begin{cases} 940 \cdot \exp(0,0047 \cdot (q - 30)) - 273, ^\circ\text{C}, \text{ якщо ПРВ}; \\ 224 \cdot q_k^{0,528} + t_0, ^\circ\text{C}, \text{ якщо ПРН}. \end{cases} \quad (5.7)$$

8. Визначають характерну тривалість пожежі:

$$t_n = \frac{P_{\partial} \cdot Q_{\partial}}{6285 \cdot S_{np} \cdot \sqrt{h_{np}}}, \text{ год}. \quad (5.8)$$

9. Визначають час досягнення максимальної середньооб'ємної температури:

$$t_{max} = \begin{cases} 32 - 8,1 \cdot q_k^{3,2} \cdot \exp(-0,92 \cdot q_k), \text{ год}, \text{ якщо ПРН}; \\ t_n, \text{ год}, \text{ якщо ПРВ}. \end{cases} \quad (5.9)$$

Контрольні питання

1. Що таке пожежі, регульовані вентиляцією?
2. Що таке пожежі, регульовані пожежною навантагою?
3. Чим характеризуються локальні пожежі?
4. Чим характеризуються об'ємні пожежі?

3 РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА (КОНТРОЛЬНА) РОБОТА

Ці методичні вказівки розроблено відповідно до робочої програми курсу «Пожежна безпека виробництва». Робоча програма передбачає виконання студентами денної форми навчання розрахунково-графічної роботи та контрольної роботи для заочної форми навчання на тему «Визначення температурного режиму пожежі в заданому виробничому приміщенні».

Виконання РГР (КР)

Роботу виконують на скріплених аркушах формату А4, на обкладинці роблять надпис «Розрахунково-графічна (Контрольна) робота з дисципліни «Пожежна безпека виробництва». Крім того на обкладинці вказують назву університету, кафедри, прізвище та ініціали студента, групу, рік навчання, шифр залікової книжки, а також прізвище та посаду викладача, під керівництвом якого виконується робота.

Повністю виконану і оформлену роботу здають викладачу на рецензію не пізніше ніж за два тижні до початку екзаменаційної сесії.

Графічна частина роботи має бути представлена графіками отриманих залежностей.

РГР виконують за варіантами. Варіант РГР (КР) відповідає порядковому номеру студента в навчальному журналі групи.

Робота, виконана за чужим варіантом, не рецензується і повертається на переробку.

Без виконаної і позитивно оціненої викладачем РГР (КР) студент не допускається до іспиту із зазначеного курсу.

Зміст роботи

На базі вихідних даних студент повинен:

- провести розрахунок температурного режиму пожежі в заданих двох виробничих приміщеннях, які відрізняються одне від одного різною пожежною навантагою або типом планування;
- побудувати графік залежності температури середовища в приміщенні від часу пожежі;
- зробити висновки.

Вказівки до виконання роботи

Розрахункову температуру середовища в приміщенні при реальній пожежі характеризують [1]:

- наростанням температури середовища на стадії розвитку пожежі у відповідно до температурно-часової залежності $T_{fn}^r = T_f^{st} \cdot \Psi, ^\circ C$,

- де T_{fn}^r - температура середовища в приміщенні при реальній пожежі на стадії її розвитку, $^{\circ}\text{C}$;
- T_f^{st} - температура середовища в приміщенні при стандартному температурному режимі, $^{\circ}\text{C}$;
- Ψ - коефіцієнт режиму пожежі;
- часом настання максимуму температури на температурній кривій реальної пожежі τ_m , год;
- швидкістю зниження температури середовища в приміщенні у фазі згасання пожежі V_c , $^{\circ}\text{C} \cdot \text{год}^{-1}$.

Параметри Ψ , τ_m , V_c залежать від величини пожежної навантаги q , $\text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ в приміщенні, геометрії приміщення, природи матеріалів огорожень приміщення, фактора K_l , $\text{м}^{0,5}$.

У ході виконання даної РГР студентам необхідно:

- 1) згідно з запропонованим викладачем варіантом підготувати вихідні дані, необхідні для проведення розрахунків, та оформити їх у вигляді табл. 3.1;
- 2) провести розрахунки, що дозволяють отримати значення параметрів Ψ , τ_m , V_c ;
- 3) отримати значення температури середовища в приміщенні в задані моменти часу пожежі $T_f^r(\tau)$, $^{\circ}\text{C}$;
- 4) побудувати графік залежності $T_f^r = f(\tau)$;
- 5) зробити висновки.

Дані завдання розв'язуються наступним чином.

1. Визначається значення середньої пожежної навантаги q , $\text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ в приміщенні за табл. 3.2.

2. Знаходяться за кресленнями проекту площі: вертикальних прорізів приміщення:

$$A_l = \sum_{i=1}^n b_{li} \cdot h_{li}, \text{ м}^2, \quad (3.1)$$

де n – кількість вертикальних прорізів;

b_{li} та h_{li} - відповідно ширина та висота i – го вертикального прорізу, м; горизонтальних прорізів приміщення:

$$A_2 = \sum_{j=1}^m a_{2j} \cdot b_{2j}, \text{ м}^2, \quad (3.2)$$

де m – кількість горизонтальних прорізів;

a_{2i} та b_{2i} - відповідно довжина та ширина i – го горизонтального прорізу,

м.

3. Визначається площа поверхні огорожень приміщення (у формі паралелепіпеда):

$$A_3 = 2 \cdot (a \cdot b + a \cdot h + b \cdot h), \text{ м}^2, \quad (3.3)$$

де a, b, h – відповідно довжина, ширина та висота приміщення.

4. Знаходиться середня висота вертикальних прорізів:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n h_{li}}{n}, \text{ м}. \quad (3.4)$$

5. Визначається значення коефіцієнта прорізності для вертикальних прорізів:

$$K_1 = \frac{A_1 \cdot \sqrt{H}}{A_3}, \text{ м}^{0,5}. \quad (3.5)$$

6. Визначається середня зважена відстань від площини горизонтальних прорізів до середини вертикальних прорізів:

$$H_1 = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} + \frac{H}{2}, \text{ м}, \quad (3.6)$$

де d_{li} – відстань від верхньої сторони i -го вертикального прорізу до площини горизонтальних прорізів, м.

7. Визначається значення допоміжного коефіцієнта:

$$K_2 = \frac{A_2 \cdot \sqrt{H_1}}{A_1 \cdot \sqrt{H}}, \quad (3.7)$$

8. Визначається значення коефіцієнта f_2 в залежності від K_2 (за табл. 3.3).

9. Визначається значення коефіцієнта f_1 (за табл. 3.4).

10. Визначається значення приведенного коефіцієнта прорізності:

$$K_I^{np} = f_1 \cdot f_2 \cdot K_{I, M}^{0,5}. \quad (3.8)$$

11. Визначається приведена пожежна навантага:

$$q^{np} = f_1 \cdot q, \text{ Мдж} \cdot \text{кг}^{-1}. \quad (3.9)$$

12. Визначається значення коефіцієнта режиму пожежі

$$\psi = 1,37 - \frac{150 \cdot K_I^{np} - 0,65}{(K_I^{np})^2 \cdot 10^4}. \quad (3.10)$$

13. Визначається значення часу настання максимальної температури середовища при пожежі в приміщенні:

$$\tau_m = \frac{q^{np}}{8318 \cdot K_I^{np} - 4021 \cdot (K_I^{np})^2}, \text{ год}. \quad (3.11)$$

14. Визначається значення швидкості зниження температури середовища в приміщенні під час фази затухання пожежі:

$$V_c = \frac{98000 \cdot K_I^{np} - 1500}{q^{np}}, \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{хв}^{-1}. \quad (3.12)$$

Значень розрахованих параметрів достатньо для наступних розрахунків температури в перерізах бетонних та залізобетонних конструкцій, що обігріваються за режимом реальної пожежі.

15. Отримуються значення температури середовища в приміщенні в задані моменти часу пожежі $T_f^r(\tau)$, $^\circ\text{C}$:

$$T_f^r(\tau) = \begin{cases} \psi \cdot 345 \cdot \lg(480 \cdot \tau + 1) + T_f^{st}, & \text{якщо } \tau < \tau_m; \\ \psi \cdot 345 \cdot \lg(480 \cdot \tau + 1) + T_f^{st} - 60 \cdot V_c \cdot (\tau - \tau_m), & \\ \text{якщо } \tau \geq \tau_m. \end{cases} \quad (3.13)$$

16. Будується графік залежності і робляться необхідні висновки.

Приклад проведення розрахунків. Розглянемо порядок визначення температурного режиму пожежі (під час його повного розвитку та затухання) в приміщенні столярної майстерні.

Підготовка вихідних даних. Вихідні дані представимо у вигляді таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Назва параметра, позначення і розмірність			Значення параметра
Призначення приміщення			столярна майстерня
Матеріал огорожень			важкий бетон
Довжина приміщення a , м			15
Ширина приміщення b , м			8
Висота приміщення h , м			2,7
Трьохмірне зображення приміщення			згідно рис. 3.2
Розміри вертикальних прорізів, зображених на рис.3.2 під номерами:	1	ширина b_{11} , м	1
		висота h_{11} , м	1,4
	2	ширина b_{12} , м	1
		висота h_{12} , м	1,4
	3	ширина b_{13} , м	2
		висота h_{13} , м	1,4
	4	ширина b_{14} , м	1,4
		висота h_{14} , м	1,4
	5	ширина b_{15} , м	1
		висота h_{15} , м	2
	6	ширина b_{16} , м	1,4
		висота h_{16} , м	1,4
Розміри горизонтальних прорізів, зображених на рис.3.2 під номерами:	7	довжина a_{21} , м	2
		ширина b_{21} , м	1,2
	8	довжина a_{22} , м	2
		ширина b_{22} , м	1,2
	9	довжина a_{23} , м	2
		ширина b_{23} , м	1,2
	10	довжина a_{24} , м	2
		ширина b_{24} , м	1,2
	1-4,6	$d1 = d2 = d3 = d4 = d6$, м	0,2
	5	$d5$, м	0,7
Температура середовища в приміщенні при стандартному температурному режимі T_f^{st} , $^{\circ}C$			20

Проведення розрахунків

1. Визначаємо значення середньої пожежної навантаги в приміщенні за таблицею 3.2

$$q = 837 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

2. Знаходимо за кресленнями проекту площі:

– вертикальних прорізів приміщення (формула 3.1):

$$A_1 = \sum_{i=1}^n b_{li} \cdot h_{li} = \sum_{i=1}^6 b_{li} \cdot h_{li} = b_{11} \cdot h_{11} + b_{12} \cdot h_{12} + b_{13} \cdot h_{13} + b_{14} \cdot h_{14} + b_{15} \cdot h_{15} + b_{16} \cdot h_{16} = 1 \cdot 1,4 + 1 \cdot 1,4 + 2 \cdot 1,4 + 1,4 \cdot 1,4 + 1 \cdot 2 + 1,4 \cdot 1,4 = 11,52 \text{ м}^2;$$

– горизонтальних прорізів приміщення (формула 3.2):

$$A_2 = \sum_{j=1}^m a_{2j} \cdot b_{2j} = \sum_{j=1}^4 a_{2j} \cdot b_{2j} = a_{21} \cdot b_{21} + a_{22} \cdot b_{22} + a_{23} \cdot b_{23} + a_{24} \cdot b_{24} = 2 \cdot 1,2 + 2 \cdot 1,2 + 2 \cdot 1,2 + 2 \cdot 1,2 = 9,6 \text{ м}^2.$$

3. Визначаємо площу поверхні огорожень приміщення (формула 3.3):

$$A_3 = 2 \cdot (a \cdot b + a \cdot h + b \cdot h) = 2 \cdot (15 \cdot 8 + 15 \cdot 2,7 + 8 \cdot 2,7 = 364,2 \text{ м}^2.$$

4. Знаходимо середню висоту вертикальних прорізів (формула 3.4):

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n h_{li}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^6 h_{li}}{6} = \frac{h_{11} + h_{12} + h_{13} + h_{14} + h_{15} + h_{16}}{6} = \frac{1,4 + 1,4 + 1,4 + 1,4 + 2 + 1,4}{6} = 1,5 \text{ м}.$$

5. Визначаємо значення коефіцієнта прорізності для вертикальних прорізів (формула 3.5):

$$K_1 = \frac{A_1 \cdot \sqrt{H}}{A_3} = \frac{11,52 \cdot \sqrt{1,5}}{364,2} = 0,039 \text{ м}^{0,5}.$$

6. Визначаємо середню зважену відстань від площини горизонтальних прорізів до середини вертикальних прорізів (формула 3.6);

$$H_1 = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} + \frac{H}{2} = \frac{\sum_{i=1}^6 d_i}{6} + \frac{H}{2} = \frac{0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,7 + 0,2}{6} + \frac{1,5}{2} = 1,03 \text{ м}.$$

7. Визначаємо значення допоміжного коефіцієнта (формула 3.7);

$$K_2 = \frac{A_2 \cdot \sqrt{H_1}}{A_1 \cdot \sqrt{H}} = \frac{9,6 \cdot \sqrt{1,03}}{11,52 \cdot \sqrt{1,5}} = 0,691.$$

8. Визначаємо значення коефіцієнта f_2 в залежності від K_2 (за табл. 3.3):

$$f_2 = 2,52.$$

9. Визначаємо значення коефіцієнта f_1 (за табл. 3.4):

$$f_1 = 0,85.$$

10. Визначаємо значення приведенного коефіцієнта прорізності (формула 3.8):

$$K_I^{np} = 0,85 \cdot 2,52 \cdot 0,039 = 0,084 \text{ м}^{0,5}.$$

11. Визначаємо приведену пожежну навантагу (формула 3.9):

$$q^{np} = f_1 \cdot q = 0,85 \cdot 837 = 711,45 \text{ Мдж} \cdot \text{кг}^{-1}.$$

12. Визначаємо значення коефіцієнта режиму пожежі (формула 3.10):

$$\psi = 1,37 - \frac{150 \cdot K_I^{np} - 0,65}{(K_I^{np})^2 \cdot 10^4} = \frac{150 \cdot 0,084 - 0,65}{(0,084)^2 \cdot 10^4} = 1,201.$$

13. Визначаємо значення часу настання максимальної температури середовища при пожежі в приміщенні (формула 3.11):

$$\tau_m = \frac{q^{np}}{8318 \cdot K_I^{np} - 4021 \cdot (K_I^{np})^2} = \frac{711,45}{8318 \cdot 0,084 - 4021 \cdot (0,084)^2} = 1,1 \text{ год}.$$

14. Визначаємо значення швидкості зниження температури середовища в приміщенні під час фази її затухання (формула 3.12):

$$V_c = \frac{98000 \cdot K_I^{np} - 1500}{q^{np}} = \frac{98000 \cdot 0,084 - 1500}{711,45} = 9,46 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{хв}^{-1}.$$

Тепер з використанням формули 3.13 отримуємо значення температури середовища в приміщенні в задані моменти часу пожежі $T_f^r(\tau)$, $^\circ\text{C}$. Результати обчислень проілюструємо графіком на рис. 3.1.

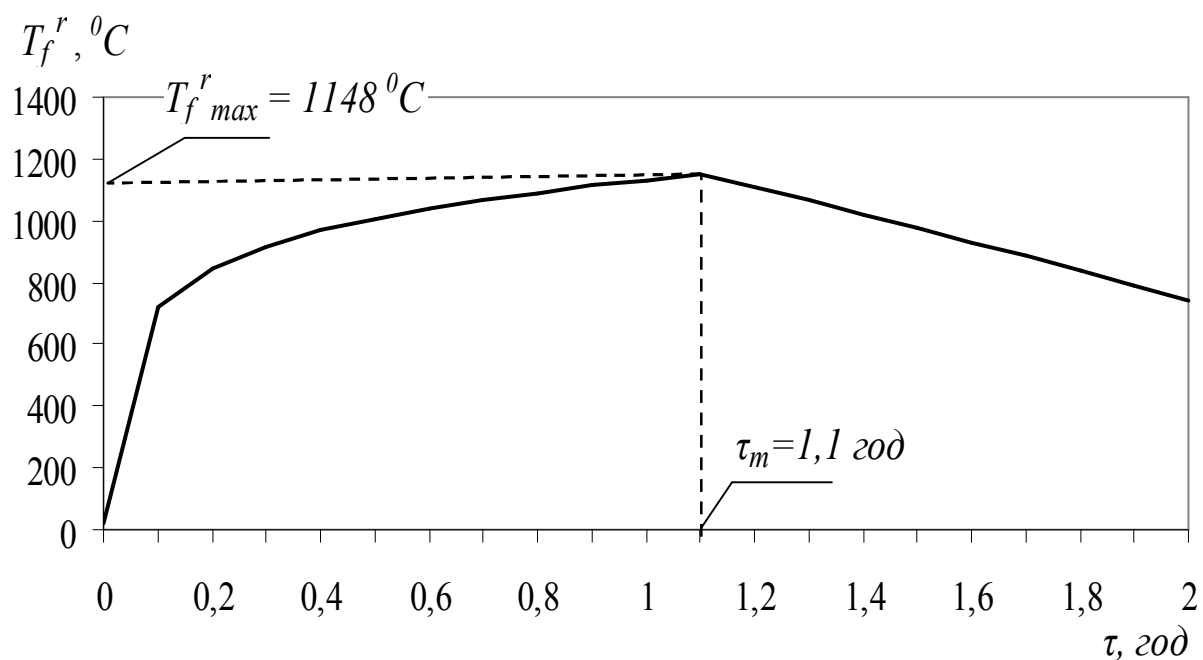


Рисунок 3.1 – Графік залежності температури середовища в приміщенні від часу пожежі

Довідкові таблиці та рисунки, необхідні для виконання РГР

Таблиця 3.2 – Значення середньої пожежної навантаги у різних приміщеннях виробничих будинків та споруд

№ вар.	Призначення приміщення	Середня пожежна навантага q , МДж·м ⁻²
1	Приміщення для виробництва лаків та фарб	4500
2	Виробництво синтетичних смол, просочування дерева	3349
3	Проміжний склад для зберігання воску	2093
4	Приміщення для виробництва паркету	1674
5	Приміщення для виробництва дерев'яних бочок, ящиків	1256
6	Столярна майстерня	837
7	Модельна столярна майстерня	418

Таблиця 3.3 - Значення коефіцієнта f_2 в залежності від K_2

K_2	0	0,5	1	1,5
f_2	1	2,1	3,2	4,6

Таблиця 3.4 – Значення коефіцієнта f_l в залежності від матеріалу огорожень приміщення

№ вар	Матеріал огорожень	Значення коефіцієнту f_l при $K_l =$					
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12
1	Важкий бетон	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
2	Легкий бетон	3	3	3	3	3	3
3	Важкий бетон (50%) і легкий бетон (50%)	1,35	1,35	1,35	1,50	1,55	1,65
4	Те ж (33%) і (50%), а також (17%) трьохшарових конструкцій з гіпсової плитки, мінеральної вати та цегли	1,65	1,50	1,35	1,50	1,75	2
5	Стальний лист (80%) і бетон (20 %)	0,75	0,75	0,65	0,6	0,6	0,6
6	Бетон (20%) в двохшаровій гіпсовій панелі з повітряним прошарком	1,5	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05
7	Стальний лист – мінеральна вата (100 мм) – стальний лист	3	3	3	3	3	2,5

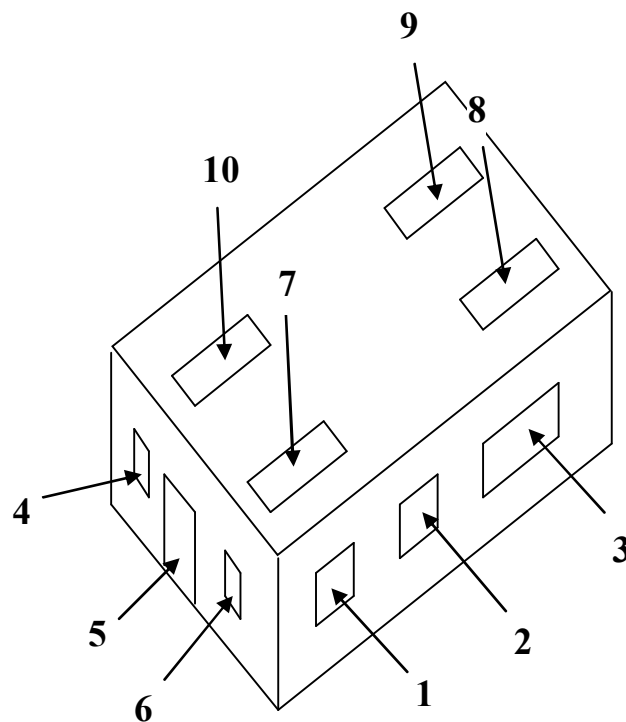


Рисунок 3.2 – Трьохмірне зображення виробничого приміщення типу 1 з позначенням номерів вертикальних та горизонтальних прорізів

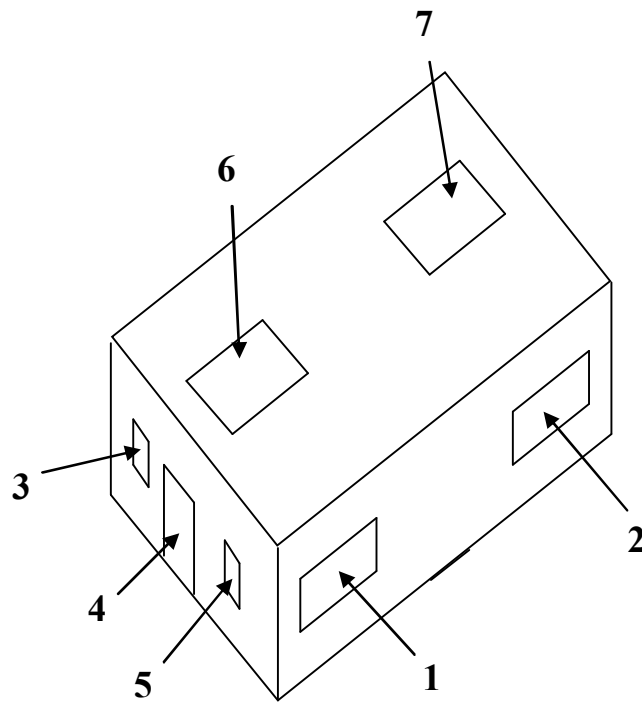


Рисунок 3.3 – Трьохмірне зображення приміщення типу 2 з позначенням номерів вертикальних та горизонтальних прорізів

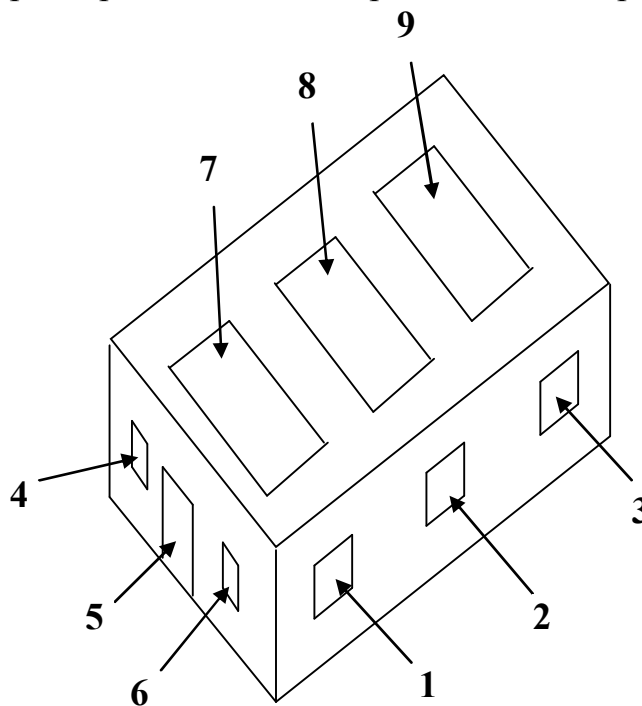


Рисунок 3.4 – Трьохмірне зображення приміщення типу 3 з позначенням номерів вертикальних та горизонтальних прорізів

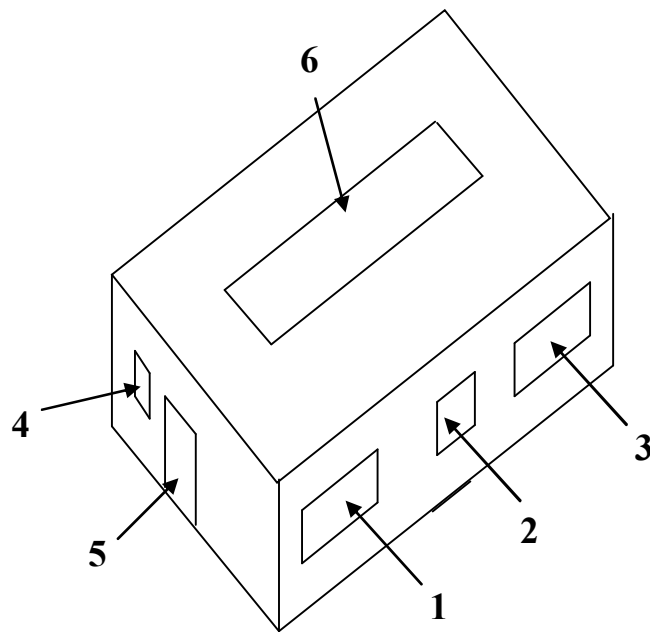


Рисунок 3.5 – Трьохмірне зображення приміщення типу 4 з позначенням номерів вертикальних та горизонтальних прорізів

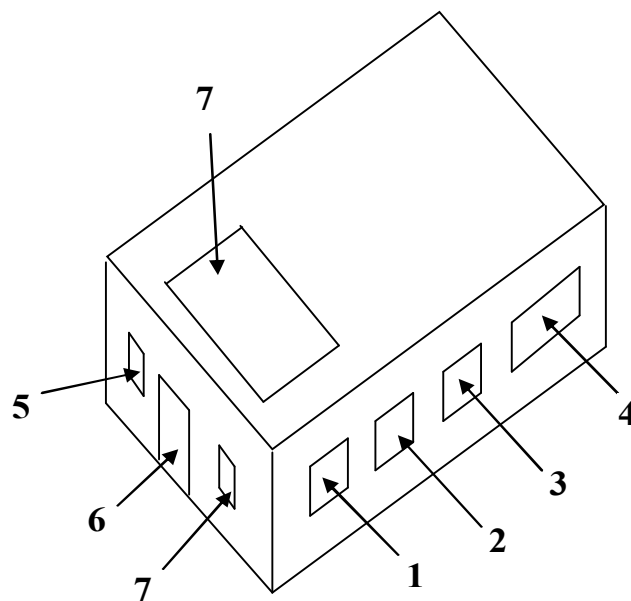


Рисунок 3.6 – Трьохмірне зображення приміщення типу 5 з позначенням номерів вертикальних та горизонтальних прорізів

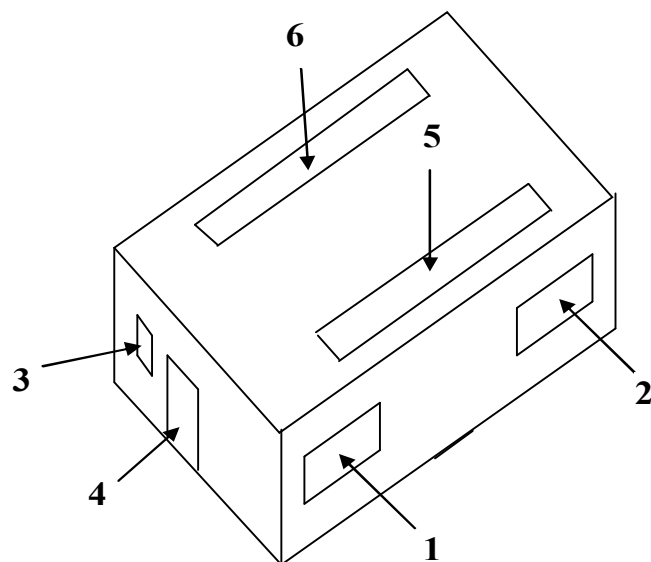


Рисунок 3.7 – Трьохмірне зображення приміщення типу 6 з позначенням номерів вертикальних та горизонтальних прорізів

4 САМОСТІЙНА РОБОТА

Загальні положення

В ході вивчення дисципліни «Пожежна безпека виробництва» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 263 – «Цивільна безпека» передбачено самостійне вивчення окремих питань згідно зі змістом і тематикою дисципліни. Самостійна робота є складовою частиною навчального процесу на рівні підготовки бакалаврів і сприятиме розвитку навичок до самостійного вирішення питань пожежної безпеки у виробничій діяльності.

Мета самостійної роботи – доповнення і закріплення знань, набутих за час вивчення теоретичного курсу, активізація творчих здібностей студентів, розвиток навичок роботи з нормативними джерелами, а також підготовка до самостійного створення необхідного рівня пожежної безпеки на виробництві.

Вказівки до самостійної роботи

Вивчення рекомендованого для самостійної роботи матеріалу повинно виконуватися послідовно. Самостійна робота повинна відбуватися паралельно з викладенням лекційного матеріалу відповідної тематики.

Теми для самостійної роботи наведені у таблиці 4.1.

Таблиця. 4.1. Теми для виконання самостійної роботи

№ п/п	Найменування тем
1.	Пожежна небезпека переробки газового конденсату
2.	Пожежна небезпека зберігання ГГ у балонах
3.	Пожежна небезпека очищення нафти
4.	Пожежна небезпека целюлозовмісних матеріалів
5.	Пожежна небезпека полімерних та композіційних матеріалів
6.	Гасіння речовин у конденсованому стані.
7.	Гасіння піною легкозаймистих та горючих рідин.
8.	Протипожежний та протиаварійний захист абсорберів та адсорберів
9.	Пожежно-технічне обстеження сільськогосподарського підприємства
10.	Протипожежний та протиаварійний захист ректифікаційних установок

Вивчення кожного нормативного документу під час самостійної роботи перевіряється шляхом тестування під час проведення модуля відповідної тематики.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Михайлюк О. П. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів : підручник / О. П. Михалюк. – Харків : АЦЗУ, 2004. – 407 с.
2. Алексеев М. В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств / М. В. Алексеев. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1972. – 338 с.
3. Алексеев М. В. Пожарная профилактика в технологических процессах производств / М. В. Алексеев. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1976. – 292 с.
4. Клубань В. С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса / В. С. Клубань. – М. : Стройиздат, 1987. – 398 с.
5. Шебеко Ю. Н. Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов / Ю. Н. Шебеко, В. Ю. Навценя. – М. : ВНИИПО, 2002. – 77 с.
6. Ройтман В. М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий / В. М. Ройтман. – М. : Пожарная безопасность и наука, 2001. – 382 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до організації самостійної роботи, проведення практичних занять і
виконання розрахунково-графічних робіт
із навчальної дисципліни

«ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА»

*(для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

Укладач **БІЛИМ** Павло Анатолійович

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *П. А. Білим*

План 2017, поз. 156 М

Підп. до друку 12.03.2018. Формат 60×84/16.
Друк на різнографі. Ум. друк. арк. 2,1
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК 5328 від 11.04.2017.