

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ**

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВ

*(для студентів 4-го курсу денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.170202 «Охорона праці»)*

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Пожежна безпека виробництв» (для студентів 4-го курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 «Охорона праці»)/ Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Г. В. Фесенко. – Х.: ХНУМГ, 2013. – 28 с.

Укладач **Г. В. Фесенко**

Методичні вказівки побудовані за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Рецензент: доц. Я. О. Серіков

Рекомендовано кафедрою «Безпека життєдіяльності»,
протокол № 21 від 22.05.2012 р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА РІВЕНЬ ВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ «ЛЕГКОЗАЙМИСТА РЕЧОВИНА –
РЕЗЕРВУАР ВЕРТИКАЛЬНИЙ СТАЛЬНИЙ» 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 низки різних збурюючих чинників. Із цією метою, як правило, проводять спеціальні дослідження, на основі яких розробляють методи розрахунку рівня вибухонебезпеки технологічних систем.

В основу методу розрахунку рівня вибухонебезпеки технологічної системи «РВС – ЛЗР» покладені результати досліджень, проведених в Академії ДПС МНС Росії щодо вивчення пожежної небезпеки технології зберігання нафтопродуктів у сталевих вертикальних резервуарах із стаціонарним дахом.

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).

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_δ	
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 вливу ЛЗР в РВС $h_{ЛЗР}, м$	
Теплоємність ЛЗР $C_{ЛЗР}, Дж \cdot кг^{-1} \cdot K^{-1}$	2000
Нижня температурна межа поширення полум'я, $t_{nn}, ^\circ C$	
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 $\alpha_{об-пс}, Вт \cdot м^{-2} \cdot K^{-1}$	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 $\alpha_{пс-ни-ЛЗР}, Вт \cdot м^{-2} \cdot K^{-1}$	5,3
Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{ЛЗР}, Вт \cdot м^{-1} \cdot K^{-1}$	0,11
Коефіцієнт прозорості атмосфери $k_{ат}$	0,7

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».

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:

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

4. Визначають усереднене значення розрахункового схилення сонця для місяця:

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

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

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

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

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

7. Визначають теплову навантагу на резервуар від сонячної радіації:

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

8. Визначають тривалість світлового дня в місяці:

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

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:

$$t_{\text{ни ЛЗР-max}} = \frac{q_l + \alpha_{об-н}(t_{n-max} - t_n)}{1 + \frac{m_{ЛЗР} \cdot \lambda_{ЛЗР}}{\alpha_{nc-ни ЛЗР}} \left(1 + \frac{f_{ЛЗР}}{f_{об}} \frac{\alpha_{nc-ни ЛЗР}}{\alpha_{об-nc}} \right)} + t_n, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (1.11)$$

11. Визначають параметр θ :

$$\theta = \frac{t_{\text{ни}} - t_n}{t_{\text{ни ЛЗР-max}} - t_n}. \quad (1.12)$$

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

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

13. Визначають рівень вибухонебезпеки технологічної системи у заданому місяці:

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

Контрольні запитання

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 НЕНАГРІТИХ 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 ненагрітих 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°C у закритому тиглі або 66 °C у відкритому тиглі. Особливо небезпечними називають легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28 °C.

А. Розрахунок розмірів зон, обмежених НКМП пари, при аварійному надходженні пари ненагрітих легкозаймистих рідин в приміщення.

Завдання

1. Вивчити положення додатка Б [2].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді табл. 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
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 $t_p, ^\circ C$		
Щільність парів ЛЗР при розрахунковій температурі $\rho, кг \cdot м^{-3}$		
Тиск насичених парів ЛЗР при розрахунковій температурі $p_n, кПа$		
Початковий тиск у приміщенні $p_0, кПа$		101
НКМП $C_{НКМП}, \%$		
Час випаровування $T, с$		
Розрахунковий коефіцієнт K_l		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 ненагрітих 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:

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

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

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

Примітка: при негативних значеннях логарифмів відстані $X_{\text{НКМП}(\text{вн})}$, $Y_{\text{НКМП}(\text{вн})}$, $Z_{\text{НКМП}(\text{вн})}$ приймають такими, що дорівнюють нулю, і пункт 6.1 не виконують.

5.2. При вентиляції, що не працює:

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

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

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

Примітка: при негативних значеннях логарифмів відстані $X_{НКМП(вн)}$, $Y_{НКМП(вн)}$, $Z_{НКМП(вн)}$ приймають такими, що дорівнюють нулю, і пункт 6.2 не виконують.

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

6.1. При вентиляції, що працює:

– радіус циліндра:

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

– висота циліндра:

$$Z_{\delta(вн)} = \begin{cases} Z_{НКМП(вн)}, & \text{якщо } h_a < Z_{НКМП(вн)}; \\ h_a + Z_{НКМП(вн)}, & \text{якщо } h_a \geq Z_{НКМП(вн)}. \end{cases} \quad (2.13)$$

Якщо $Z_{\delta(вн)} > h$, то $Z_{\delta(вн)} = h$.

6.2. При вентиляції, що не працює:

– радіус циліндра:

$$R_{\delta(вн)} = \max \{ X_{НКМП(вн)}, Y_{НКМП(вн)} \}; \quad (2.14)$$

– висота циліндра:

$$Z_{\delta(вн)} = \begin{cases} Z_{НКМП(вн)}, & \text{якщо } h_a < Z_{НКМП(вн)}; \\ h_a + Z_{НКМП(вн)}, & \text{якщо } h_a \geq Z_{НКМП(вн)}. \end{cases} \quad (2.15)$$

Якщо $Z_{\delta(вн)} > h$, то $Z_{\delta(вн)} = h$.

Б. Розрахунок розмірів зон, обмежених НКМП газів, при аварійному надходженні горючих газів в приміщення

Завдання

1. Вивчити положення додатку Б [2].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді наступної таблиці (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів):
3. Визначити розміри зон, обмежених НКМП газів, при аварійному надходженні горючих газів в приміщення.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Розміри приміщення	Довжина $l, м$	
	Ширина $b, м$	
	Висота $h, м$	
Висота балону з газом $h_{бал}, м$		
Назва газу		
Кількість газу в балоні $m, кг$		
Розрахункова температура в приміщенні $t_p, ^\circ C$		
Щільність газу при розрахунковій температурі $\rho, кг \cdot м^{-3}$		
НКМП $C_{НКМП}, \%$		
Розрахунковий коефіцієнт K_1		1,1314
Розрахунковий коефіцієнт K_2		1
Розрахунковий коефіцієнт	при вентиляції, що працює $K_{3(ен)}$	0,02828
	при вентиляції, що не працює $K_{3(ен)}$	0,0253
Припустимі рівні відхилень концентрацій при рівні значимості $Q = 0,05$ при вентиляції	що працює $\delta_{ен}$	1,37
	що не працює $\delta_{ен}$	1,38
Рухливість повітря в приміщенні $v, м \cdot с^{-1}$		0,1

Порядок виконання роботи

1. Визначають вільний об'єм приміщення:

$$V_{вільн} = 0,8 \cdot l \cdot b \cdot h, м^3. \quad (2.16)$$

2. Визначають передекспоненціальний множник:

2.1. При вентиляції, що працює:

$$C_{0(ен)} = 300 \cdot \frac{m}{v \cdot \rho \cdot V_{вільн}}, \%. \quad (2.17)$$

2.2. При вентиляції, що не працює:

$$C_{0(ен)} = 3770 \cdot \frac{m}{\rho \cdot V_{вільн}}, \%. \quad (2.18)$$

3. Визначають відстані:

3.1. При вентиляції, що працює:

$$X_{НКМП(ен)} = K_1 \cdot l \cdot \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{ен} \cdot C_{0(ен)}}{C_{НКМП}} \right)^{0,5}, м; \quad (2.19)$$

$$Y_{НКМП(ен)} = K_1 \cdot b \cdot \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{ен} \cdot C_{0(ен)}}{C_{НКМП}} \right)^{0,5}, м; \quad (2.20)$$

$$Z_{НКМП(ен)} = K_{3(ен)} \cdot h \cdot \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{ен} \cdot C_{0(ен)}}{C_{НКМП}} \right)^{0,5}, м. \quad (2.21)$$

Примітка: при негативних значеннях логарифмів відстані $X_{НКМП(ен)}$, $Y_{НКМП(ен)}$, $Z_{НКМП(ен)}$ приймають такими, що дорівнюють нулю, і пункт 4.1 не виконують.

3.2. При вентиляції, що не працює:

$$X_{НКМП(вн)} = K_1 \cdot l \cdot \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{вн} \cdot C_{0(вн)}}{C_{НКМП}} \right)^{0,5}, \text{ м}; \quad (2.22)$$

$$Y_{НКМП(вн)} = K_1 \cdot b \cdot \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{вн} \cdot C_{0(вн)}}{C_{НКМП}} \right)^{0,5}, \text{ м}; \quad (2.23)$$

$$Z_{НКМП(ВП)} = K_{3(ВП)} \cdot h \cdot \left(K_2 \cdot \ln \frac{\delta_{вн} \cdot C_{0(вн)}}{C_{НКМП}} \right)^{0,5}, \text{ м}. \quad (2.24)$$

Примітка: при негативних значеннях логарифмів відстані $X_{НКМП(вн)}$, $Y_{НКМП(вн)}$, $Z_{НКМП(вн)}$ приймають такими, що дорівнюють нулю, і пункт 4.2 не виконують.

4. Визначаються параметри геометричної зони, обмеженої НКМП парів, у вигляді циліндра:

4.1. При вентиляції, що працює:

– радіус циліндра:

$$R_{\bar{\sigma}(вн)} = \max \{ X_{НКМП(вн)}, Y_{НКМП(вн)} \}; \quad (2.25)$$

– висота циліндра:

$$h_{\bar{\sigma}(вн)} = \begin{cases} 2 \cdot R_{\bar{\sigma}(вн)}, & \text{якщо } R_{\bar{\sigma}(вн)} \leq h_{\bar{\sigma}ал}; \\ h_{\bar{\sigma}ал} + R_{\bar{\sigma}(вн)}, & \text{якщо } R_{\bar{\sigma}(вн)} > h_{\bar{\sigma}ал}. \end{cases} \quad (2.26)$$

Якщо $h_{\bar{\sigma}(вн)} > h$, то $h_{\bar{\sigma}(вн)} = h$.

4.2. При вентиляції, що не працює:

– радіус циліндра:

$$R_{\bar{\sigma}(вн)} = \max \{ X_{НКМП(вн)}, Y_{НКМП(вн)} \}; \quad (2.27)$$

– висота циліндра:

$$h_{\bar{\sigma}(вн)} = \begin{cases} 2 \cdot R_{\bar{\sigma}(вн)}, & \text{якщо } R_{\bar{\sigma}(вн)} \leq h_{\bar{\sigma}ал}; \\ h_{\bar{\sigma}ал} + R_{\bar{\sigma}(вн)}, & \text{якщо } R_{\bar{\sigma}(вн)} > h_{\bar{\sigma}ал}. \end{cases} \quad (2.28)$$

Якщо $h_{\bar{\sigma}(вн)} > h$, то $h_{\bar{\sigma}(вн)} = h$.

Контрольні запитання

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 $X_{НКМП}$, $Y_{НКМП}$, $Z_{НКМП}$ приймають такими, що дорівнюють нулю?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПАРОВОЇ ЗАВИСИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТРУБЧАСТОЇ ПЕЧІ

Мета роботи: оволодіти навичками визначення параметрів парової зависи 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 завису, і розрахунком параметрів зависи.

Пристроєм для створення парової зависи (рис. 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 зависи. 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 зависи повинна перевищувати зону, що захищається. Висоту зависи над зоною, що захищається, визначають розрахунком. Для високих об'єктів завіса може бути виконана багато-секційною 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.

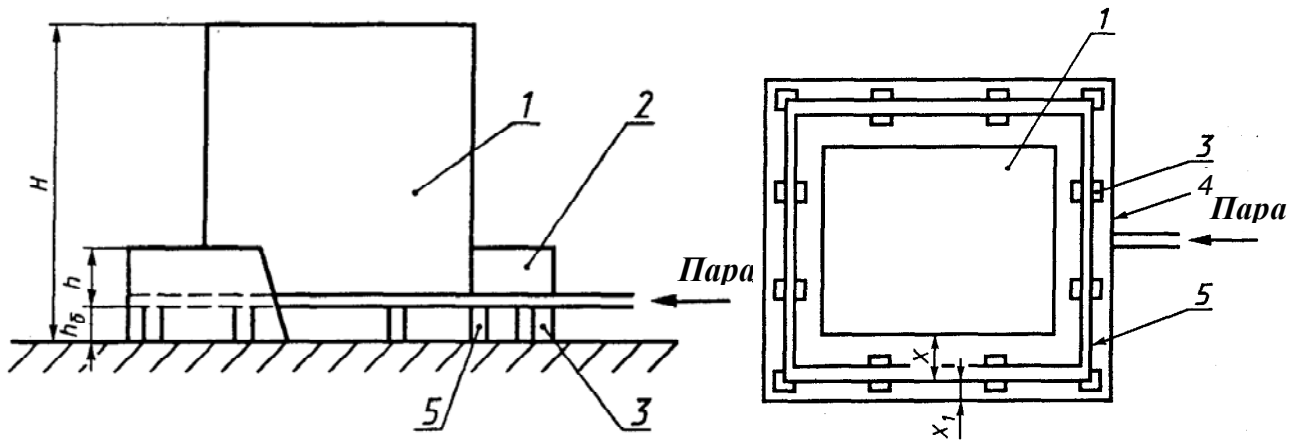


Рис. 3.1 - Схема пристрою для створення парової завіси:
 1 - об'єкт, що захищається; 2 - огорожа; 3 - опора колектора; 4 - колектор;
 5 - дренажний вентиль; h - висота верхньої кромки огорожі над колектором;
 h_b - висота опори; X - відстань від колектора до сторони об'єкта, що захищається; X_1 - відстань від огорожі до колектора..

Завдання:

1. Вивчити положення додатку Н [2].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді табл. 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_b , 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 табл. 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 табл. 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:

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

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:

$$G_{\text{пара}} = 0,785 \cdot \varphi \cdot d_0 \cdot 10^{-6} \cdot n \cdot \rho_0 \cdot W_0, \text{ кг} \cdot \text{ с}^{-1} \quad (3.8)$$

11. Визначають загальну висоту огорожі:

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

12. Визначають відстань від огорожі до колектора:

$$X_1 = 0,25 \cdot h, \text{ м}. \quad (3.10)$$

13. Визначають довжину огорожі:

$$L_{\text{огор}} = L_{\text{кол}} + 8 \cdot X_1, \text{ м}. \quad (3.12)$$

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

$p_1 \cdot 10^5 \text{ Па}$	$d_0, \text{ мм}$							
	3	4	5	6	7	8	9	10
$W_g = 2 \text{ м/с}$								
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	—	—	—	—	—	—
$W_g = 3 \text{ м/с}$								
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

$p_r \cdot 10^5 \text{ Па}$	$d_0, \text{ мм}$							
	3	4	5	6	7	8	9	10
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	—
$W_g = 4 \text{ м/с}$								
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
$W_g = 6 \text{ м/с}$								
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 $p_r \cdot 10^5, \text{ Па}$	Питомий об'єм пари $V_1, \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$
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 запитання

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

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.

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 пожежегасіння μ , кг м ⁻² с ⁻¹		
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

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. Визначають значення площі перерізу патрубку площі отвору в апараті 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:

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

7. Визначають параметр m :

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

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

$$Q_0 = \frac{(\mu - W) \cdot F_{nid}}{\rho}, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1} \quad (4.10)$$

9. Визначають параметр b :

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

10. За табл. 4.2 визначають параметр a :

11. Визначають площу зливного отвору:

$$f = 2 \cdot a \cdot \sigma \cdot \sqrt{\frac{F_{nid}}{F_a}}, \text{ м}^2. \quad (4.12)$$

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 запитання

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 СЕРЕДНЬООБ'ЄМНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ЧАСУ ЇЇ ДОСЯГНЕННЯ ПРИ ПОЖЕЖІ У ВИРОБНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ

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

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 огороджувальні конструкції пожежі підрозділяються на *локальні* і *об'ємні*.

Локальні пожежі характеризуються слабкою тепловою дією на огороджувальні 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 огороджувальні конструкції. Для об'ємної пожежі, *регульованої вентиляцією*, характерна наявність між факелом полум'я і поверхнею огороджувальної 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} , м 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_{∂} , м ³ ·кг ⁻¹		4,2
Нижня теплота згоряння Q_{∂} , МДж·кг ⁻¹		13,8
Початкова температура в приміщенні t_0 , °С		

3. Визначити максимальну середньо-об'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:

$$V = a \cdot b \cdot h, \text{ м}^3. \quad (5.1)$$

2. Визначають площу приміщення:

$$S = a \cdot b, \text{ м}^2. \quad (5.2)$$

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

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

4. Визначають прорізність приміщення:

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

5. Визначають критичне значення пожежної навантаги:

$$q_{кр.к} = \frac{4500 \cdot \Pi^3}{1 + 500 \cdot \Pi^3} + \frac{V^{0,333}}{6 \cdot V_0}, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}. \quad (5.5)$$

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:

$$T_{max} = \begin{cases} 940 \cdot \exp(4,7 \cdot 10^{-3}(q-30)) - 273, \text{ } ^\circ\text{C, якщо ПРВ;} \\ 224 \cdot q_k^{0,528} + t_0, \text{ } ^\circ\text{C, якщо ПРН.} \end{cases} \quad (5.7)$$

8. Визначають характерну тривалість пожежі:

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

9. Визначають час досягнення максимальної середньо-об'ємної температури:

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

Контрольні запитання

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

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАСИ ГОРЮЧОГО ПИЛУ В АПАРАТІ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО БЛОКУ Й ІНТЕНСИВНОСТІ ПИЛОВІДКЛАДЕНЬ
НА НАДЛИШКОВИЙ ТИСК ВИБУХУ НА ДІЛЬНИЦІ ОДЕРЖАННЯ
ПОРОШКУ КАРБОНІЛЬНОГО ЗАЛІЗА

Мета роботи – оволодіти навичками визначення надлишкового тиску вибуху у приміщеннях, де обертається горючий пил, і вміти визначати вплив на нього заданих характеристик технологічного блоку та інтенсивності пило відкладень, категорію за вибухопожежною та пожежною безпекою.

Зміст роботи

Загальні відомості

Горючий пил – пил, суміш повітря з яким у визначених пропорціях за атмосферних тиску та температури створює вибухонебезпечне пилоповітряне середовище.

Вибухонебезпечний пил (група А) – пил з нижньою межею поширення полум'я до 65 г/м^3 .

Найбільш вибухонебезпечний пил (I клас) – пил з нижньою межею поширення полум'я до 15 г/м^3 (пил сірки, каніфолі, нафталіну, сухого молока, торфу).

Вибухонебезпечний пил (II клас) – пил з нижньою концентраційною межею поширення полум'я від 15 г/м^3 до 65 г/м^3 (пил кави, чаю, борошна, вугілля, сіна, гороху).

Пожежонебезпечний пил (група Б) – пил з нижньою межею поширення полум'я більше 65 г/м^3 .

Найбільш пожежонебезпечний пил (III клас) – пил з температурою самозаймання до $250 \text{ }^\circ\text{C}$ (пил тютюну).

Пожежонебезпечний пил (IV клас) – пил з температурою самозаймання більше $250 \text{ }^\circ\text{C}$ (деревний та вугільний пил).

Завдання

1. Вивчити положення п. 7.3 [3].
 2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 6.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів):
 2. Розрахувати надлишковий тиск вибуху на дільниці одержання порошку карбонільного заліза відповідно до своїх вихідних даних для різних значень параметра m_a (задається викладачем).
- Після кожного розрахунку встановити категорію приміщення за вибухопожежною та пожежною безпекою за значенням надлишкового тиску вибуху.
3. Побудувати графіки залежності надлишкового тиску вибуху від маси горючого пилу в апараті технологічного блоку, тобто $\Delta P = f(m_a)$;
 4. Зробити висновки стосовно отриманої залежності.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Розміри приміщення	Довжина L , м	
	Ширина S , м	
	Висота H , м	
Початковий тиск у приміщенні P_0 , кПа		101
Початкова температура повітря у приміщенні T_0 , К		
Теплоємність повітря C_p , кДж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹		1,01
Теплота згоряння порошку H_T , кДж·кг ⁻¹		4794
Коефіцієнт участі завислого пилу у вибуху Z		0,5
Коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення й неадіабатичність процесу горіння K_H		3,0
Коефіцієнт пиління K_{II}		1,0
Частина горючого пилу в загальній масі відкладеного пилу K_{Γ}		0,9
Частина відкладеного пилу, здатного перейти в завислий стан $K_{зав}$		0,9
Коефіцієнт ефективності прибирання пилу K_Y		0,7
Маса горючого пилу в апараті технологічного блоку m_a , кг		
Подача пилу в апарат q , кг·с ⁻¹		
Площа легкодоступних для прибирання місць F_{∂} , м ²		
Площа важкодоступних для прибирання місць F_{ϵ} , м ²		
Кількість циклів роботи (змін) між поточними прибираннями n_{∂}		
Кількість циклів роботи (змін) між генеральними прибираннями n_{ϵ}		
Тривалість одного циклу пиловиділення (зміни) τ_{II} , год		
Маса пилу, що осідає на 1-му кв. метрі легкодоступних для прибирання місць m_{∂} , кг		
Маса пилу, що осідає на 1-ому кв. метрі важкодоступних для прибирання місць m_{ϵ} , кг		

Порядок проведення розрахунків

1. Визначають щільність повітря при заданій температурі:

$$\rho = \frac{P_0 \cdot 10^3}{287,4 \cdot T_0}, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}. \quad (6.1)$$

2. Визначають інтенсивність пиловідкладень на доступних для прибирання місцях:

$$j_{\partial} = \frac{m_{\partial}}{\tau_{II} \cdot 3600}, \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}. \quad (6.2)$$

3. Визначають інтенсивність пиловідкладень на важкодоступних для прибирання місцях:

$$j_{\epsilon} = \frac{m_{\epsilon}}{\tau_{II} \cdot 3600}, \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}. \quad (6.3)$$

4. Визначають максимально можливу кількість пилу, що відклався до моменту аварії:

$$m_n = 3600 \cdot (j_{\partial} \cdot F_{\partial} \cdot n_{\partial} + j_{\epsilon} \cdot F_{\epsilon} \cdot n_{\epsilon}) \cdot \tau_{II} \cdot \frac{K_{\Gamma}}{K_Y}, \text{ кг}. \quad (6.4)$$

5. Визначають масу пилу, що потрапляє до приміщення у разі розгерметизації технологічного блоку:

$$m_{\text{бл}} = (m_a + q \cdot 120) \cdot K_{\text{П}}, \text{ кг}. \quad (6.5)$$

6. Визначають масу пилу в приміщенні у стані аерозолі, що утворився внаслідок аварійної ситуації:

$$m^* = m_{\text{бл}} + m_n \cdot K_{\text{зав}}, \text{ кг}. \quad (6.6)$$

7. Визначають масу пилу, що бере участь в утворенні реальних зон вибухонебезпечних концентрацій:

$$m = m^* \cdot Z, \text{ кг}. \quad (6.7)$$

8. Визначають вільний об'єм приміщення:

$$V_{\text{вільн}} = 0,8 \cdot L \cdot S \cdot H, \text{ м}^3. \quad (6.8)$$

9. Визначають надлишковий тиск вибуху для горючого пилу:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho \cdot C_p \cdot T_0 \cdot K_H}, \text{ кПа}. \quad (6.9)$$

Контрольні запитання

1. Яких значень набуває коефіцієнт ефективності прибирання пилу вручну в разі сухого прибирання і у разі вологого прибирання?

2. Яких значень набуває коефіцієнт ефективності прибирання пилу з використанням автоматичних засобів прибирання для рівної підлоги і для підлоги з вибоїнами?

3. Що розуміють під важкодоступними для прибирання площами?

4. Яку категорію приміщення приймають за умови відсутності даних про масу горючого пилу та волокон, що виділяється в об'ємі приміщення між прибираннями, про масу пилу, що осідає на важкодоступних для прибирання місцях?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7 ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ ЗОВНІШНЬОЇ УСТАНОВКИ З ВИБУХОПОЖЕЖНОЇ ТА ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Мета роботи – оволодіти навичками визначення категорії зовнішньої установки з вибухопожежної та пожежної небезпеки.

Зміст роботи

Загальні відомості

Зовнішня установка – установка, яка розміщена поза приміщеннями (ззовні будинків), просто неба або під дахом чи за сітчастими захисними конструкціями.

Температура спалаху (t_{cn}) – найменша температура конденсованої речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюються пара, здатна спалахувати в повітрі від зовнішнього джерела запалювання, при цьому стійкого горіння не виникає.

Категорії зовнішніх установок (ЗУ) за вибухопожежною та пожежною небезпекою приймають відповідно до таблиці 7.1. Визначення категорій зовнішніх установок слід здійснювати шляхом послідовної перевірки їхньої належності до категорій, наведених у таблиці 7.1, від вищої (A_3) до нижчої (D_3).

У таблиці 7.1 одними з критеріїв, за якими зовнішня установка відноситься до певної категорії, є:

- горизонтальний розмір зони (відстань від апарата (установки) до межі зони, що обмежує газопароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини (ГР) вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я ($C_{НКМП}$));
- розрахунковий надлишковий тиск у разі загоряння газо-, паро- або пилоповітряної суміші;
- інтенсивність теплового випромінювання від осередку пожежі.

Таблиця 7.1 - Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Категорія зовнішньої установки	Критерії віднесення зовнішньої установки до тієї або іншої категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою
A_3 Вибухопожежонебезпечна	ЗУ відноситься до категорії A_3 , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази (ГГ); легкозаймисті рідини (ЛЗР) з $t_{cn} \leq 28^\circ C$; речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним. Горизонтальний розмір зони, що обмежує газо-, пароповітряні суміші із концентрацією ГР вище $C_{НКМП}$, перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих газів і парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск у разі згоряння газо-, пароповітряної суміші, речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і /або один з одним на відстані 30 м від ЗУ перевищує 5 кПа.

Продовження таблиці 7.1

Категорія зовнішньої установки	Критерії віднесення зовнішньої установки до тієї або іншої категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою
Б_з Вибухопожежонебезпечна	ЗУ відноситься до категорії Б _з , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі пил і/або волокна; ЛЗР з $t_{cn} > 28$ °С; горючі рідини. Горизонтальний розмір зони, що обмежує пароповітряні суміші із концентрацією ГР вище $C_{НКМП}$, перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск у разі згоряння паро- або пилоповітряної суміші на відстані 30 м від ЗУ перевищує 5 кПа
В_з Пожежонебезпечна	ЗУ відноситься до категорії В _з , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, горючі пил і волокна, тверді горючі і/або важкогорючі речовини і матеріали, а також речовини і/або матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти за умови, що ЗУ не відноситься до категорій А _з або Б _з . Інтенсивність теплового випромінювання від осередку пожежі на відстані 30 м від зовнішньої установки перевищує 4 кВт·м ⁻²
Г_з	ЗУ відноситься до категорії Г _з , якщо в ній знаходяться (обертаються) негорючі речовини і/або матеріали в гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і/або полум'я, а також горючі гази, рідини і/або тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо
Д_з	ЗУ відноситься до категорії Д _з , якщо вона не відноситься до категорій А _з , Б _з , В _з , Г _з .

Завдання

У якості зовнішньої установки розглядається резервуар з нафтопродуктом (бензинова фракція). Для виконання завдання необхідно:

1. Вивчити п.10 [3].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 7.2 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

Таблиця 7.2 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Об'єм резервуару $V_{рез}, м^3$		
Ступінь заповнення резервуару ϵ		
Площа обвалування $F_{обв}, м^2$		
Атмосферний тиск $P_0, кПа$		101
Розрахункова температура повітря $t_p, ^\circ C$		
Щільність бензинової фракції $\rho, кг \cdot м^{-3}$		798
Молярна маса бензинової фракції $M, кг \cdot кмоль^{-1}$		97
Об'єм кіломоля газу за нормальних умов $V_0, м^3 \cdot кмоль^{-1}$		22,413
Константи Антуана:	A	5,0702
	B	682,876
	C_a	222,066
Коефіцієнт участі горючих газів і парів у вибуху Z		0,1
Коефіцієнт, який враховує швидкість та температуру повітряного потоку на процес випаровування η		2,4
Питома теплота згоряння газу або пару $Q_{зг}, Дж \cdot кг^{-1}$		$43,641 \cdot 10^6$
Нижня концентраційна межа поширення полум'я парів $C_{НКМП}, \%$		0,96
Відстань від геометричного центру газоповітряної хмари $r, м$		30
Розрахункова константа $Q_0, Дж \cdot кг^{-1}$		$4,52 \cdot 10^6$

3. Розрахувати горизонтальні розміри зони, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я.

4. Визначити, чи буде в радіусі 30 м від зовнішньої установки утворюватися надлишковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа.

5. Визначити категорію зовнішньої установки за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

6. Збільшити, або зменшити (залежно від варіанта завдання) задану розрахункову температуру повітря t_p на вказане викладачем значення. Виконати пункти 3 та 4 завдання.

7. Зробити висновок про вплив температури повітря t_p на горизонтальні розміри зони, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я $R_{НКМП}$.

Порядок проведення розрахунків

1. Визначають тиск насичених парів:

$$P_n = 10^{\left(A - \frac{B}{C_a + t_p}\right)}, \text{ кПа.} \quad (7.1)$$

2. Визначають інтенсивність випаровування:

$$W_v = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_n, \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}. \quad (7.2)$$

3. Визначають тривалість надходження парів до відкритого простору:

$$\tau = \frac{V_{рез} \cdot \rho \cdot \varepsilon}{W_v \cdot F_{обв}}, \text{ с.} \quad (7.3)$$

Якщо $\tau > 3600$ с, то приймається $\tau = 3600$ с.

4. Визначають масу парів, що надійшли до відкритого простору:

$$m_n = \tau \cdot W_v \cdot F_{обв}, \text{ кг.} \quad (7.4)$$

5. Визначають щільність парів при розрахунковій температурі:

$$\rho_n = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367 \cdot t_p)}, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}. \quad (7.5)$$

6. Визначають горизонтальні розміри зони, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я:

$$R_{НКМП} = 3,1501 \cdot \sqrt{\frac{\tau}{3600}} \cdot \left(\frac{P_n}{C_{НКМП}}\right)^{0,813} \cdot \left(\frac{m_n}{\rho_n \cdot P_n}\right)^{0,333}, \text{ м.} \quad (7.6)$$

7. Визначають приведену масу парів:

$$m_{np} = \left(\frac{Q_{зг}}{Q_0}\right) \cdot m_n \cdot Z, \text{ кг.} \quad (7.7)$$

8. Визначають, чи буде в радіусі 30 м від зовнішньої установки утворюватися надлишковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(0,8 \cdot \frac{m_{np}^{0,33}}{r} + 3 \cdot \frac{m_{np}^{0,66}}{r^2} + 5 \cdot \frac{m_{np}}{r^3} \right), \text{ кПа.} \quad (7.8)$$

9. Приймають рішення про категорію зовнішньої установки.

Контрольні запитання

1. Що таке зовнішня установка?
2. Що таке температура спалаху?
3. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії A_3 ?
4. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії B_3 ?
5. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії B_3 ?
6. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії Γ_3 ?
7. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії D_3 ?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Сучков В.П. Посobie по применению методов оценки пожарной опасности технологических систем, используемых при анализе пожарных рисков / В. П. Сучков; Академия ГПС МЧС РФ. – М.: МЧС РФ 2009. – 153 с.

2. ГОСТ Р 12.3.047–98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – Введ. 2000–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 93 с.

3. Про затвердження Норм визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою (НАПБ В.03.002-2007): Наказ МНС України від 03.12.2007 р. № 833 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zumf.com/doc/5516>.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни
«ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВ»
(для студентів 4-го курсу денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.170202 «Охорона праці»).

Укладач **ФЕСЕНКО** Герман Вікторович

Відповідальний за випуск *В. І. Заїченко*

Редактор *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *К.А. Алексанян*

План 2012, поз. 239 М

Підп. до друку 22.06.2012

Друк на різнографі

Зам. №

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 1,6

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,

вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.