

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ
УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА ПОЖЕЖНОЇ І ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ
ОБ'ЄКТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Методичні вказівки і тематика модульних контрольних робіт

Промислова безпека сучасних виробничих технологій

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність	<u>161 «Хімічні технології та інженерія»</u> (шифр і назва спеціальності)
спеціалізація	<u>Радіаційний та хімічний захист</u> (назва спеціалізації)

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

для проведення модульних контрольних робіт з навчальної дисципліни
«Промислова безпека сучасних виробничих технологій»

Навчальна мета: виявити та оцінити творчі знання та практичні навички здобувачів вищої освіти за результатами вивчення відповідних розділів дисципліни «Промислова безпека сучасних виробничих технологій».

Завдання для вибору варіанта контрольної роботи № 1

Модульна контрольні роботи №1 складається із 3 теоретичних питань, що обираються за порядковим номером прізвища здобувача вищої освіти у навчальному журналі. Питання для виконання контрольних робіт №1 наведено нижче.

Питання до модульної контрольної роботи № 1

1. Що розуміють під поняттям «аварія»?
2. Що розуміють під поняттям «катастрофа»?
3. Що розуміють під поняттям «надзвичайна ситуація техногенного характеру»?
4. Що розуміють під поняттям «пожежа»?
5. Що розуміють під поняттям «вибух»?
6. Що розуміють під поняттям «радіаційна аварія»?
7. Що розуміють під поняттям «радіаційно-небезпечний об'єкт»?
8. Що розуміють під поняттям «хімічно небезпечний об'єкт»?
9. Що розуміють під поняттям «небезпечна хімічна речовин»?
10. Що розуміють під поняттям «гідродинамічна аварія»?
11. Класифікація виробничих аварій та катастроф.
12. Класифікація небезпечних хімічних речовин.
13. Класифікація об'єктів господарювання і адміністративно-територіальних одиниць за хімічною безпекою.
14. Класифікація пожеж.
15. Класифікація вибухів.
16. Класифікація зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою.
17. Класифікація приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою.
18. Класифікація будинків за вибухопожежною та пожежною безпекою.
19. Класифікація гідротехнічних споруд.
20. Охарактеризувати проектні та запроектні промислові аварії.
21. Види і групи радіаційних аварій та причини їх виникнення.
22. Міжнародна шкала оцінки ядерних подій на АЕС.
23. Характер розвитку аварії на АЕС. Фази аварії.
24. Назвати та охарактеризувати ступені хімічної безпеки.
25. Характер розвитку аварій на ХНО й поводження АХНР при аварії.
26. Гідродинамічні безпеки і причини їх виникнення.
27. Причини аварій на об'єктах комунального господарства.
28. Транспортні аварії та причини їх виникнення.

Варіанти до контрольної роботи № 1

Варіант завдання контрольної роботи №1 визначається за табл. 1. Відповідно табл.1 слухачі за передостанньою цифрою номера прізвища здобувача вищої освіти у навчальному журналі по горизонталі визначають стовпець, а по останній цифрі – визначають рядок з вертикального стовпця, і таким чином визначають варіант завдання.

Табл. 1 – Варіанти до контрольної роботи №1

Остання цифра номера прізвища у журналі	Передостання цифра номера прізвища у навчальному журналі		
	0	1	2
1	1 11 28	6 19 21	8 13 21
2	2 12 27	7 18 22	9 14 21
3	3 13 26	8 17 23	10 15 20
4	4 14 25	9 16 24	1 16 23
5	5 15 24	10 15 25	6 17 26
6	6 16 23	1 14 26	7 18 22
7	7 17 22	2 13 27	4 19 28
8	8 18 21	3 12 28	3 15 27
9	9 19 20	4 11 25	5 12 21
0	10 20 28	5 12 22	2 16 22

Завдання для вибору варіанта контрольної роботи № 2 «Визначення значень енергетичних показників вибухонебезпечності технологічного блока»

Модульна контрольна робота №2 складається із однієї задачі. Номер варіанта обирається за порядковим номером прізвища студента у навчальному журналі. З табл. 2 задачі значення обираються відповідно до першої цифри порядкового номера у журналі, з табл.3 – відповідно до другої.

При оцінювання знань за модулем 2 враховуються поточні оцінки. При цьому оцінка за захист контрольної роботи є визначальною.

Контрольна робота захищається перед викладачем, якій проводить практичні заняття у навчальній групі, у якій навчається здобувач. До захисту контрольної (модульної) роботи допускається здобувач вищої освіти, який поточних заборгованостей з дисципліни. Модульна контрольна робота оцінюється за національною шкалою.

Варіанти завдання

Задача. У технологічному апараті об'ємом V , знаходиться речовина (див. табл. 2) під тиском P та при температурі t ; до ємності по трубопроводу діаметром d подається та сама речовина з витратою q . У разі аварії на трубопроводі час перекривання засувки становить τ , с. Визначити значення енергетичних показників вибухонебезпечності технологічного блока, величини наведеної маси й відносного енергетичного потенціалу.

Номер варіанта обирається за порядковим номером прізвища здобувача у навчальному журналі. З таблиці 2 значення обираються відповідно до першої цифри порядкового номера, з таблиці 3– відповідно до другої.

Табл. 2 – Вихідні дані, що обираються за першою цифрою порядкового номера у журналі

Вихідні дані	Перша цифра порядкового номера у журналі			
	0	1	2	3
Об'єм апарату V , м ³	10	1	2	5
Температура t , °С	120	20	10	100
Діаметр трубопроводу d , мм	300	150	100	100
Витрата q , м ³ /с	0,4	0,5	1	0,4
Час τ , с	120	5	120	5
Тиск P , МПа	2	1	1,5	2

Табл. 3– Вихідні дані, що вибираються за другою цифрою порядкового номера у журналі

Друга цифра порядкового номера	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

у журналі										
Вихідні дані	метан	етан	пропан	бутан	етилен	водень	сірководень	ацетилен	окис вуглецю (II)	етиленоксид

Необхідні теоретичні дані щодо розрахунків

Визначення значень енергетичних показників вибухонебезпечності технологічного блока

1. Енергетичний потенціал вибухонебезпечності E (кДж) блока визначається повною енергією згоряння парогазової фази, що перебуває у блоці, з урахуванням величини роботи її адіабатичного розширення, а також величини енергії повного згоряння рідини, що випарувалася, з максимально можливої площі її розливу; при цьому вважається:

1) при аварійній розгерметизації апарата відбувається його повне розкриття (руйнування);

2) площа розливу рідини визначається виходячи з конструктивних рішень будівель або площадки зовнішньої установки;

3) час випаровування приймається не більше 1 год:

$$E = E'_1 + E'_2 + E''_1 + E''_2 + E''_3 + E''_4. \quad (3.1)$$

1.1. E'_1 – сума енергій адіабатичного розширення A (кДж) і згоряння ПГФ, що перебуває у блоці, кДж:

$$E'_1 = G'_1 q' + A; \quad (3.2)$$

$$A = \frac{1}{k-1} P V' \left[1 - \left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right].$$

Для практичного визначення енергії адіабатичного розширення ПГФ можна скористатися формулою

$$A = \beta_1 P V'; \quad (3.3)$$

де β_1 – може бути прийняте за табл. 4.

Таблиця 4 – Значення коефіцієнта β_1 залежно від показника адіабати середовища й тиску в технологічному блоці

Показник адіабати	Тиск у системі, МПа									
	0,07-0,5	0,5-1,0	1,0-5,0	5,0-10,0	10,0-20,0	20,0-30,0	30,0-40,0	40,0-50,0	50,0-75,0	75,0-100,0
$k = 1,1$	1,60	1,95	2,95	3,38	3,08	4,02	4,16	4,28	4,46	4,63
$k = 1,2$	1,40	1,53	2,13	2,68	2,94	3,07	3,16	3,23	3,36	3,42
$k = 1,3$	1,21	1,42	1,97	2,18	2,36	2,44	2,50	2,54	2,62	2,65
$k = 1,4$	1,08	1,24	1,68	1,83	1,95	2,00	2,05	2,08	2,12	2,15

$$G'_1 = V'_0 \rho'_0; \quad (3.4)$$

де

$$V'_0 = \frac{PV'}{P_0 T_1} T;$$

$$T = T_1 \left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{k-1}{k}};$$

$$\rho'_0 = \rho \left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{1}{k}}.$$

За надлишкових значень $P < 0,07$ МПа та $PV' < 0,02$ МПа·м³ енергію адиабатичного розширення ПГФ (A), виходячи з малих її значень, для розрахунку можна не приймати.

Для багатокомпонентних середовищ значення маси й об'єму визначаються з урахуванням процентного вмісту й фізичних властивостей складових цієї продуктів суміші або за одним компонентом, що становить найбільшу частку в ній.

1.2. E'_2 – енергія згоряння ПГФ, що надійшла до розгерметизованої ділянки від суміжних об'єктів (блоків), кДж:

$$E'_2 = \sum_{i=1}^n G'_i q'_i; \quad (3.5)$$

Для i -го потоку

$$G'_i = \rho'_i w'_i S'_i \tau_i; \quad (3.6)$$

$$\text{де } w'_i = \sqrt{\frac{2kP_i v'_i}{k+1}},$$

за надлишкового $P \leq 0,07$, МПа

$$w'_i = \sqrt{\frac{2k}{k-1} P_i v'_i \left[1 - \left(\frac{P_0}{P_i} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}.$$

1.3. E''_1 – енергія згоряння ПГФ, що утворюється за рахунок енергії перегрітої РФ розглянутого блока й надійшла від суміжних об'єктів за час τ_i , кДж:

$$E_1'' = G_i'' \left[1 - \exp\left(-c_1'' \frac{\theta_k}{r}\right) \right] q' + \sum_{i=1}^n G_1'' \left[1 - \exp\left(-c_1'' \frac{\theta_{ki}}{r_i}\right) \right] q_i'' . \quad (3.7)$$

Кількість РФ, що надійшла від суміжних блоків

$$G_i'' = \rho_i'' w_i'' S_i'' \tau_i , \quad (3.8)$$

де
$$w_i'' = \mu \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_i''}}$$

μ – залежно від реальних властивостей РФ і гідравлічних умов приймається в межах 0,4–0,8;

ΔP – надлишковий тиск витікання РФ.

Примітка. При розрахунках швидкостей витікання ПГФ і РФ із суміжних систем до аварійного блока можна використовувати й інші розрахункові формули, що враховують фактичні умови діючого виробництва, у тому числі й гідравлічний опір систем, з яких можливе витікання.

1.4. E_2'' – енергія згоряння ПГФ, що утвориться із РФ за рахунок тепла екзотермічних реакцій, що не припиняються при розгерметизації, кДж:

$$E_2'' = \frac{q'}{r} \sum_{i=1}^n \Pi_{Pi} \tau_{Pi} , \quad (3.9)$$

де τ_{Pi} – приймається для кожного випадку, виходячи з конкретних регламентованих умов проведення процесу й часу спрацьовування відсічних арматур і засобів ПАЗ, с.

1.5. E_3'' – енергія згоряння ПГФ, що утворюється із РФ за рахунок теплопритоку від зовнішніх теплоносіїв, кДж:

$$E_3'' = \frac{q'}{r} \sum_{i=1}^n \Pi_{Ti} \tau_{Ti} . \quad (3.10)$$

Значення Π_{Ti} (кДж/с) може визначатися з урахуванням конкретного теплообмінного обладнання й основних закономірностей процесів теплообміну ($\Pi_{Ti} = K_i F_i \Delta t_i$) за різницею теплоємності теплоносія на вході в теплообмінний елемент (апарат) і виході з нього:

$$\Pi_{Ti} = W_{Ti} c_i (t'_2 - t'_1) \text{ або } \Pi_{Ti} = W_{Ti} r_{Ti} ,$$

де W_{Ti} – секундна витрата теплоносія, що гріє;

r_{Ti} – питома теплота паротворення теплоносія, а також іншими існуючими способами.

1.6. E_4'' – енергія згоряння ПГФ, що утворюється із пролітої на тверду поверхню (підлога, піддон, ґрунт і т.п.) РФ за рахунок тепловіддачі від навколишнього середовища (від твердої поверхні й повітря до рідини по її поверхні), кДж:

$$E_4'' = G_\Sigma'' q' , \quad (3.11)$$

де

$$G_\Sigma'' = G_4'' + G_5'' , \quad (3.12)$$

$$G_4'' = 2 \frac{T_0 - T_K}{r} \cdot \frac{\varepsilon}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{F_\Pi}{F_{Ж}} \cdot F_\Pi \cdot \sqrt{\tau} , \quad (3.13)$$

де T_0 – температура твердої поверхні (підлоги, піддона, ґрунту й т.п.), К;

$$\pi = 3,14 ,$$

$$\varepsilon = \sqrt{\lambda \rho_B c_B} ,$$

$$G_5'' = m_B F_{Ж} \tau_B ,$$

$$m_B = 10^{-6} \eta P_H \sqrt{M} , \quad (3.14)$$

$$\text{де } P_H = P_0 \exp \left[\frac{r}{R} \left(\frac{1}{T_K} - \frac{1}{T} \right) \right] .$$

Значення безрозмірного коефіцієнта η , що враховує вплив швидкості й температури повітряного потоку над поверхнею (дзеркало випаровування) рідини, приймається за табл. 5.

Табл. 5 – Значення коефіцієнта η

Швидкість повітряного потоку над дзеркалом випаровування, м/с	Значення коефіцієнта η при температурі повітря в приміщенні $t_{o,c}$, °С				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

Для конкретних умов, коли площа твердої поверхні розливу рідини виявиться більше або менше 50 м^2 ($F_\Pi \neq 50$), здійснюється перерахування маси рідини, що випарувалася, за формулою:

$$G_{\Sigma}'' = G_{\Sigma} \frac{F_{\Pi}}{50} \frac{\tau}{180}. \quad (3.15)$$

Орієнтовно значення G_{Σ}'' може визначатися за табл. 6

Табл. 6 – Залежність маси ПГФ пролітої рідини від температури її кипіння при $\tau = 180$ с

Значення температури кипіння рідкої фази $t_k, ^\circ\text{C}$	Маса парогазової фази G_{Σ} , кг (при $F_{\Pi}=50 \text{ м}^2$)
Вище 60	<10
від 60 до 40	10–40
від 40 до 25	40–85
від 25 до 10	85–135
від 10 до -5	135–185
від -5 до -20	185–235
від -20 до -35	235–285
від -35 до -55	285–350
від -55 до -80	350–425
нижче -80	>425

2. За значеннями загальних енергетичних потенціалів вибухонебезпечності E визначаються величини наведеної маси й відносного енергетичного потенціалу, що характеризують вибухонебезпечність технологічних блоків.

2.1. Загальна маса горючих парів (газів) вибухонебезпечної парогазової хмари m , приведена до єдиної питомої енергії згоряння, що дорівнює 46 000 кДж/кг:

$$m = \frac{E}{4,6 \cdot 10^4}. \quad (3.16)$$

2.2. Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності Q_v технологічного блока визначають розрахунковим методом за формулою

$$Q_v = \frac{1}{16,534} \sqrt[3]{E}. \quad (3.17)$$

За значеннями відносних енергетичних потенціалів Q_v і наведеної маси парогазового середовища m здійснюється категорювання технологічних блоків.

Показники категорій наведено в табл. 7.

Таблиця 7 – Показники категорій вибухонебезпечності технологічних блоків

Категорія вибухонебезпечності	Q_v	m , кг
I	> 37	> 5000
II	27 - 37	2000 - 5000
III	< 27	< 2000

3. З урахуванням викладених основних принципів можуть розроблятися методики розрахунків і оцінки рівнів вибухонебезпечності блоків для типових технологічних ліній або окремих процесів.

Приклад виконання розрахунків

Задача. У технологічному апараті об'ємом 10 м^3 знаходиться газ етилен під тиском 3 МПа та за температури 120°C ; до ємності по трубопроводу діаметром 100 мм подається та сама речовина з витратою $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$. У разі аварії на трубопроводі час перекривання засувки становить 120 с. Визначити значення енергетичних показників

вибухонебезпечності технологічного блока, величини наведеної маси й відносного енергетичного потенціалу.

Енергетичний потенціал вибухонебезпечності E (кДж) блока визначається повною енергією згоряння парогазової фази, що перебуває у блоці, з урахуванням величини роботи її адіабатичного розширення, а також величини енергії повного згоряння рідини, що випарувалася, з максимально можливої площі її розливу.

Оскільки за умовами задачі в технологічному процесі обертається стиснений газ етилен, то формула (3.1) набуває виду:

$$E = E'_1 + E'_2.$$

Тобто при розрахунках необхідно визначити суму енергій адіабатичного розширення A (кДж) і згоряння ПГФ, що перебуває у блоці E'_1 , та енергію згоряння ПГФ, що надійшла до розгерметизованої ділянки від суміжних об'єктів (блоків) E'_2 .

Сума енергій адіабатичного розширення A (кДж) і згоряння ПГФ, що перебуває у блоці, визначається за формулою 3.2:

$$E'_1 = G'_1 q' + A;$$

де G'_1 – маса парогазової фази, наявної безпосередньо у блоці, кг;

q' – питома теплота згоряння парогазової фази, кДж/кг;

A – енергія стиснутої парогазової фази, що втримується безпосередньо у блоці, розглянута як робота її адіабатичного розширення при аварійній розгерметизації блока.

Знайдемо масу етилену, що знаходиться в апараті, за формулою 3.4:

$$G'_1 = V'_0 \rho'_0;$$

де

$$V'_0 = \frac{PV'}{P_0 T_1} T;$$

V' – геометричний об'єм ПГФ у системі, блоці, м³;

T – абсолютна температура середовища: ПГФ або РФ;

T_1 – абсолютна регламентована температура ПГФ блока, К

$$T = T_1 \left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{k-1}{k}};$$

P, P_0 – відповідно регламентований абсолютний та атмосферний (0,1 МПа) тиск у блоці;

k – показник адіабати (для етилену за температури 120°C $k = 1,1$);

$$\rho'_0 = \rho \left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{1}{k}};$$

ρ, ρ_i – густина ПГФ або РФ за нормальних умов ($P_0 = 0,1$ МПа та $t_0 = 20^\circ\text{C}$) у середньому по блоку та по i -их поступаючих у нього при АРБ потоках;

$$\rho_{\text{етилену}} = 0,001178 \text{ г/см}^3 = 1,178 \cdot \text{кг/м}^3;$$

$$\rho'_0 = 1,178 \left(\frac{3}{0,1} \right)^{\frac{1}{1,1}} = 26,02 \text{ кг/м}^3;$$

$$T = (273 + 120) \left(\frac{0,1}{3} \right)^{\frac{1,1-1}{1,1}} = 288 \text{ К};$$

$$V'_0 = \frac{3 \cdot 10}{0,1 \cdot 393} \cdot 288 = 220 \text{ м}^3.$$

Тоді маса етилену:

$$G'_1 = 26,02 \cdot 220 = 5724 \text{ кг.}$$

Питому теплоту згоряння етилену визначаємо за довідниковими даними.

$$q' = 48 \cdot 10^3 \text{ кДж/кг.}$$

Для визначення енергії адіабатичного розширення ПГФ скористаємося формулою

$$A = \beta_1 P V';$$

де β_1 – можна взяти за табл. 3.1.

$$\beta_1 = 2,95$$

$$A = 2,95 \cdot 3 \cdot 10 = 88,5 \text{ кДж};$$

$$E'_1 = 5724 \cdot 48 \cdot 10^3 + 88,5 = 274,8 \text{ МДж.}$$

Енергія згоряння ПГФ, що надійшла до розгерметизованої ділянки від суміжних об'єктів (блоків), кДж:

$$E'_2 = \sum_{i=1}^n G'_i q'_i.$$

У нашому випадку кількість етилену, що надійде від суміжного блока, буде визначатися витратою через трубопровід та часом перекривання засувки:

$$G'_2 = \rho'_0 q \tau = 26,02 \cdot 0,5 \cdot 120 = 1561 \text{ кг};$$

$$E'_2 = 1561 \cdot 48000 = 74,9 \text{ МДж.}$$

Енергетичний потенціал вибухонебезпечності даного технологічного блока:

$$E = 274,8 + 74,9 = 349,7 \text{ МДж.}$$

За значеннями загальних енергетичних потенціалів вибухонебезпечності E визначаються величини наведеної маси й відносного енергетичного потенціалу, що характеризують вибухонебезпечність технологічних блоків.

Загальна маса горючих парів (газів) вибухонебезпечної парогазової хмари m , приведена до єдиної питомої енергії згоряння, що дорівнює 46 000 кДж/кг:

$$m = \frac{E}{4,6 \cdot 10^4};$$

$$m = \frac{349,7 \cdot 10^3}{4,6 \cdot 10^4} = 7,6 \text{ кг.}$$

Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності Q_v технологічного блока визначають розрахунковим методом за формулою

$$Q_B = \frac{1}{16,534} \sqrt[3]{E};$$

$$Q_B = \frac{1}{16,534} \sqrt[3]{349700} = 4,26.$$

Відповідь: $E = 349,7$ МДж; $m = 7,6$ кг; $Q_B = 4,26$.

Вказівки щодо проведення підсумкового контролю за 1 семестр (диференційований залік)

Семестровий диференційний залік – оцінка рівня засвоєння здобувачем вищої освіти навчального матеріалу з певної дисципліни на підставі результатів виконання індивідуальних завдань (розрахункових або графічних робіт, контрольних робіт тощо), визначених робочою програмою навчальної дисципліни.

Диференційований залік виставляє викладач, якій проводить практичні заняття у даний навчальний групі. Результати диференційованого заліку оцінюються за національною шкалою та шкалою ECTS як оцінка за модуль 1 та 2.

Завдання для вибору варіанта контрольної роботи № 3

Оцінка наслідків аварії на пожежовибухонебезпечних об'єктах

Прогноз та оцінка наслідків аварій на пожежовибухонебезпечних об'єктах здійснюється згідно **Методики оцінки наслідків аварій на пожежовибухонебезпечних об'єктах**.

Методика призначена для оцінки наслідків аварій на об'єктах зі зберігання, переробки і транспортування скраплених вуглеводневих газів (СКВГ), стиснутих вуглеводневих газів (СТВГ), легкозаймистих рідин (ЛЗР) та конденсованих вибухових речовин (КВР).

Для оцінки наслідків аварій на пожежовибухонебезпечних об'єктах розглядаються наступні уражальні чинники:

- повітряна ударна хвиля (ПУХ), що утворюється в результаті вибухових перетворень хмар паливо-повітряних сумішей (ППС) і конденсованих вибухових речовин (КВР);
- теплове випромінювання вогневих куль і горіння розливу;
- осколки й уламки обладнання;
- уламки будівель і споруд, що утворюються в результаті вибухових перетворень хмар ППС і вибухів КВР;
- осколки, що утворюються при вибухах посудин під тиском.

Показником наслідків вибухових явищ на промислових об'єктах внаслідок дії повітряної ударної хвилі, що утворюється в результаті вибуху хмар ППС або КВР, прийняті:

- **для людей** – кількість людей, що зазнали смертельних уражень за умови знаходження їх на відкритій місцевості, у будівлях і спорудах;
- **для забудови, що межує з осередком аварії** – ступінь руйнування будівель і споруд промислової й селітебної зон. Опис ступенів руйнування будівель і споруд наведено в табл. 8

Найменування ступеня	Характеристика ступенів руйнування будівель і споруд
Повне	Руйнування й обвалення всіх елементів будівель і споруд (включаючи підвали)
Сильне	Руйнування частини стін і перекриттів верхніх поверхів, утворення тріщин у стінах, деформація перекриттів нижніх поверхів; можливо обмежене використання уцілілих підвалів після розчищення входів
Середнє	Руйнування головним чином другорядних елементів (дахів, перегородок, віконних і дверних елементів), перекриття, як правило, не обвалюються. Частина приміщень придатна для використання після розчищення від уламків і проведення ремонту
Слабке	Руйнування віконних і дверних елементів і перегородок. Підвали й нижні поверхи повністю вціліли і придатні для тимчасового використання після збирання сміття й закладення прорізів

Як показник впливу теплових потоків на людей прийнято відсоток людей, що зазнали опіків 1-ого і 2-го ступенів, а також смертельних уражень.

Вплив теплових потоків на будівлі та споруди оцінюється можливістю займання горючих матеріалів.

У межах вогневої кулі або пожежі розливу люди зазнають смертельних уражень, всі горючі матеріали запалюються, а 60% резервуарів зі зрідженими вуглеводневими газами вибухають із утворенням ефекту "BLEVE".

Методика дозволяє враховувати 6 режимів вибухових перетворень хмар ППС від детонації до дефлаграції зі швидкістю видимого фронту полум'я 100 м/с.

Незалежно від характеру розгерметизації хмара ППС, що утворюється, в 20 % випадків розсіюється. В інших випадках відбувається запалювання хмари. Це з рівною ймовірністю призводить до вибухового перетворення хмари або утворення вогневої кулі.

При оцінці наслідків впливу вогневих куль вважається, що в діапазоні між нижньою й верхньою концентраційними межами поширення полум'я в період існування вогневої кулі перебуває 60% маси газу (пари) у хмарі й що ця маса більше 1000 кг.

Коефіцієнт опору при витіканні з отворів прийнято таким, що дорівнює 0,6.

Розрахункове співвідношення для числа осколків, що утворюються при вибуху резервуарів, справедливо при ємності сферичного резервуара більше 100м³.

Час знаходження людей у зоні дії теплового потоку від горіння розливу приймається рівним 60 с.

При розрахунку числа загиблих при вибухах кількість людей, що перебувають між межами зон з різною ймовірністю виживання, помножується на середню ймовірність загибелі, що обчислюється як середнє арифметичне між значеннями ймовірностей на межах зон.

Вихідні дані для прогнозування наслідків при вибухах хмар ППС, вогневих куль, горінні розливі і вибухах резервуарів:

- маса палива, що перебуває в різних місцях об'єкта (резервуарах, установках і т.д.);
- клас навколишнього простору (відповідно до табл. 9);
- план об'єкта і прилеглої території з картограмою розподілу людей;
- умови розтікання рідин (у піддон, в обвалування, вільно).

Таблиця 9 – Характеристики класів простору, що оточує місце потенційної аварії

№ класу	Характеристика простору
1	Наявність труб, порожнин і т.д.
2	Сильно захаращений простір: наявність напівзамкнених об'ємів, висока щільність розміщення технологічного обладнання, ліс, велика кількість повторюваних перешкод
3	Середньо захаращений простір: окремо розташовані технологічні установки, резервуарний парк
4	Слабко захаращений і вільний простір

Вихідні дані для прогнозування наслідків при вибухах конденсованих вибухових речовин:

- тип КВР, що є на об'єкті (відповідно до табл. 10);
- маса КВР, що перебуває у різних місцях об'єкта;
- план об'єкта і прилеглої території з картограмою розподілу людей.

Таблиця 10 – Класифікація вибухонебезпечних речовин

клас 1	клас 2	клас 3	клас 4
1.	2.	3.	4.
ацетилен	акрилонітрил	ацетальдегід	бензол
вінілацетилен	акролеїн	ацетон	декан
водень	аміак	бензин	дизпаливо

Продовження таблиці 10

1.	2.	3.	4.
гідразин	бутан	вінілацетат	Дихлорбензол
метилацетилен	бутилен	вінілхлорид	додекан
нітрометан	пентадієн	гексан	гас
окис пропілену	бугадієн	генераторний газ	метан
ізопропілнітрат	пропан	ізооктан	метилбензол
окис етилену	пропілен	метиламін	метилмеркаптан
етилнітрат	сірковуглець	метилацетат	метилхлорид
	етан	метилбутил	нафталін
	етилен	кетон	окис вуглецю
	ефіри:	метилпропіл	фенол
	диметиловий	метилетил	хлорбензол
	дивініловий	октан	етилбензол
	метилбутиловий	піридин	
		сірководень	
		спирти:	
		метиловий	
		етиловий	
		пропіловий	
		аміловий	
		ізобутиловий	
		ізопропіловий	
		циклогексан	
		етіформіат	
		етилхлорид	

Примітка: у випадку, якщо речовину не внесено до класифікації, її слід класифікувати за аналогією з наявними у списку речовинами, а за відсутності інформації про властивості даної речовини її варто віднести до класу 1, тобто розглядати найнебезпечніший випадок.

Порядок оцінки наслідків аварій на об'єктах зберігання, переробки і транспортування скраплених вуглеводневих газів (СКВГ)

Визначення маси речовини у хмарі ППС

При миттєвій розгерметизації резервуара маса речовини M у хмарі буде дорівнювати повній масі СКВГ, що зберігалась у резервуарі.

При тривалому витіканні СКВГ з резервуара за умови, що отвір знаходиться нижче рівня рідини, маса речовини в хмарі M визначається за формулою:

$$M = 36\rho S \sqrt{2 \frac{P - P_a}{(\rho + 2gH)}}; \quad (4.1)$$

де ρ – густина СКВГ, кг/м³;

S – площа поперечного перерізу отвору, м²;

P – тиск у резервуарі, Па;

P_a – атмосферний тиск, Па (нормальний атмосферний тиск становить $1,1 \times 10^5$ Па);

g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с²;

H – висота шару рідини над отвором, м.

При витіканні СКВГ із трубопроводу маса газу в хмарі визначається з наступного виразу:

$$M = 60\rho S \sqrt{2 \frac{P - P_a}{\rho} \left(1 + \frac{4\lambda l}{d}\right)^{-\frac{1}{2}}}; \quad (4.2)$$

де l – довжина трубопроводу, м;

d – діаметр трубопроводу, м;

$$\lambda = \left(4 \lg \left(3,75 \frac{d}{c}\right)\right)^{-2} \quad (4.3)$$

де c – товщина стінки трубопроводу, м.

Порядок оцінки наслідків аварії на об'єктах зі зберігання, переробки і транспортування стиснутих вуглеводневих газів (СТВГ)

При миттєвій розгерметизації резервуара маса речовини M у хмарі буде дорівнювати повній масі СКВГ, що зберігалась у резервуарі.

При тривалому витіканні СТВГ з резервуара маса речовини у хмарі M визначається за формулою:

$$M = 40 S_{\text{отв}} \sqrt{(P_0 \rho_0)}; \quad (4.4)$$

де $S_{\text{отв}}$ – площа поперечного перерізу отвору, м²;

P_0 – тиск у резервуарі, Па;

ρ_0 – густина газу, кг/м³.

При витіканні стисненого газу із труби маса речовини у хмарі визначається за формулою:

$$M = 66 S \sqrt{(P_0 \rho_0)}; \quad (4.5)$$

де S – площа поперечного перерізу труби, м².

Густина газу ρ_0 визначається зі співвідношення:

$$\rho_0 = \frac{M_0 P_p}{RT}; \quad (4.6)$$

де M_0 – молярна маса газу, кг/кмоль;

R – універсальна газова стала, Дж/(кмоль·К);

T – температура, К.

Визначення величини дрейфу й режиму вибухового перетворення хмари ППС

За класом простору, що оточує місце запалювання хмари (див. табл. 9), і класом речовини (див. табл. 10) визначається режим вибухового перетворення хмари ППС.

Таблиця 11 – Режими вибухового перетворення хмар ППС

Клас палива	Клас навколишнього простору			
	1	2	3	4
1	1	1	2	3

2	1	2	3	4
3	2	3	4	5
4	3	4	5	6

Величина дрейфу хмари (відстань від центру хмари до розгерметизованого елемента) до моменту її запалювання визначається за графіком на рис. 4.1, враховуючи, що величину дрейфу центру хмари ППС слід приймати рівною 300 м при миттєвій розгерметизації резервуара і 150 м – при тривалому витіканні, що відповідає 70 % всіх випадків аварій. Напрямок дрейфу хмари ППС слід приймати виходячи із рози вітрів даного регіону або розглядати найнебезпечніший випадок (напрямок у бік найближчого населеного пункту і т.п.).

Величина дрейфу хмари, (відстань від центру хмари до розгерметизованого елемента) до моменту його запалення визначається за графіком на Рис. 3.1, з урахуванням того, що величину дрейфу центра хмари ППС варто приймати рівною 300 м при миттєвій розгерметизації резервуара, і 150 м при тривалому витіканні, що відповідає 70 % усіх випадків аварій. За напрямком дрейфу хмари ППС варто приймати згідно із рози вітрів даного регіону або розглядати найнебезпечніший випадок (напрямок і сторону найближчого населеного пункту й т.п.).

Оцінка наслідків аварій

Вибухові перетворення хмар ППС

Відповідно до обраного режиму вибухового перетворення, а також залежно від маси палива, що міститься у хмарі, й відстані, що цікавить, за графіками (рис. 4.2-4.7) визначаються зони повного, сильного, середнього і слабого руйнування будівель і споруд з житловою і промисловою забудовою. Межі зони руйнування скління визначаються за графіком на рис. 4.14.

Потім на план об'єкта наносяться зазначені межі зон руйнувань (як епіцентр ураження ПУХ при різних режимах вибухових перетворень хмар ППС, визначається за графіками на рис. 4.8 – 4.13.слід приймати місце запалювання хмари), після чого визначаються будівлі й споруди, що зазнали того або іншого ступеня руйнування.

Для людей, що перебувають на відкритій місцевості, відстань, на якій відбувається

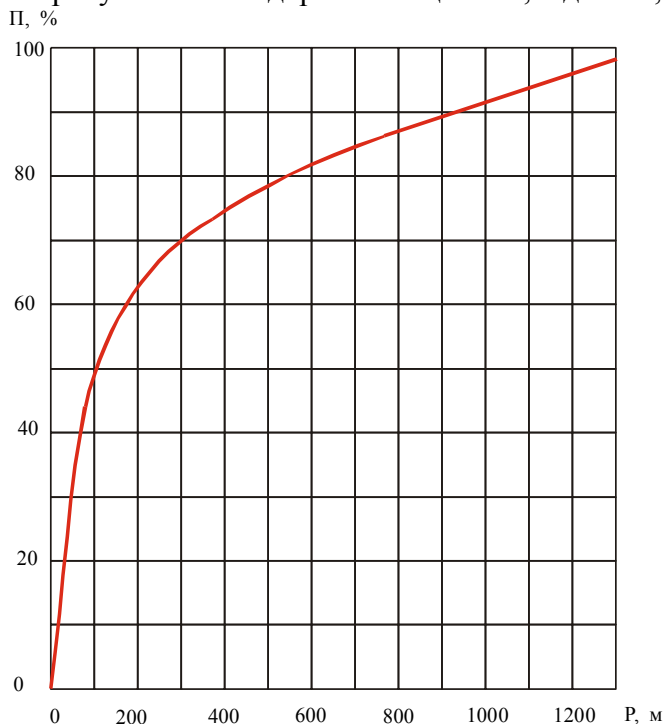


Рис. 4.1. Графік функції розподілу дрейфу хмари ППС

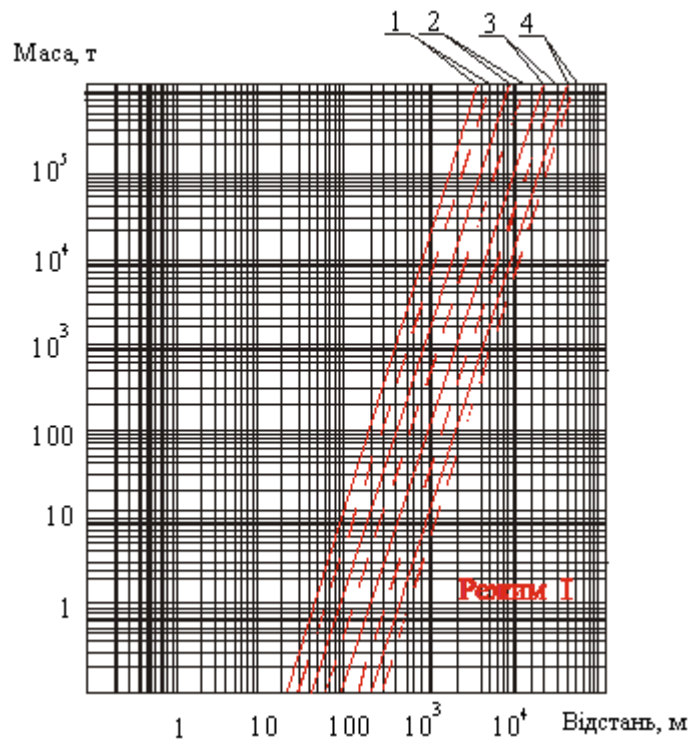


Рис. 4.2. Залежність ступеня руйнування будівлі від маси палива й відстані
 1, 2, 3, 4 – межі зон повних, сильних, середніх і слабких руйнувань;
 _____ – промислові будівлі;
 - - - - - житлові будинки.

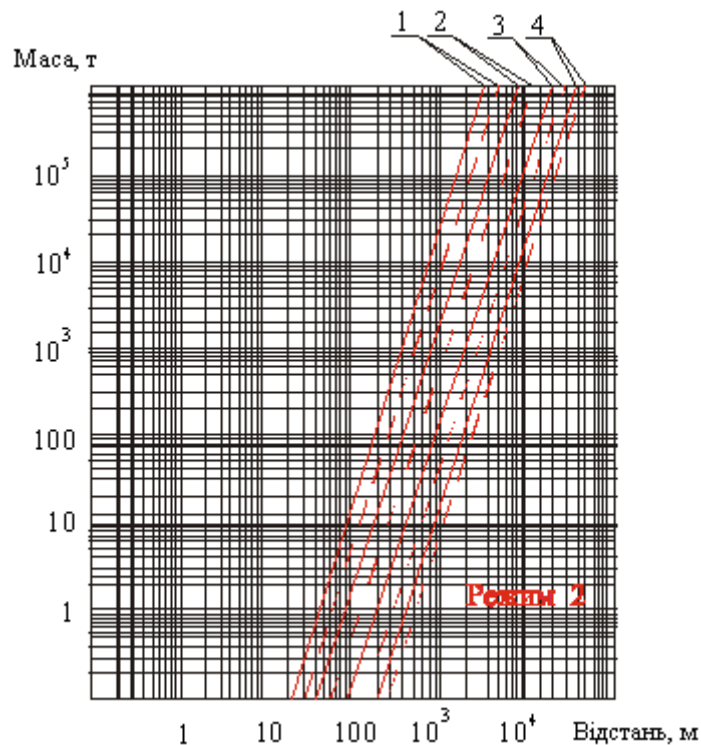


Рис. 4.3. Залежність ступеня руйнування будівлі від маси палива й відстані
 1, 2, 3, 4 – межі зон повних, сильних, середніх і слабких руйнувань;
 _____ – промислові будівлі;
 - - - - - житлові будинки.

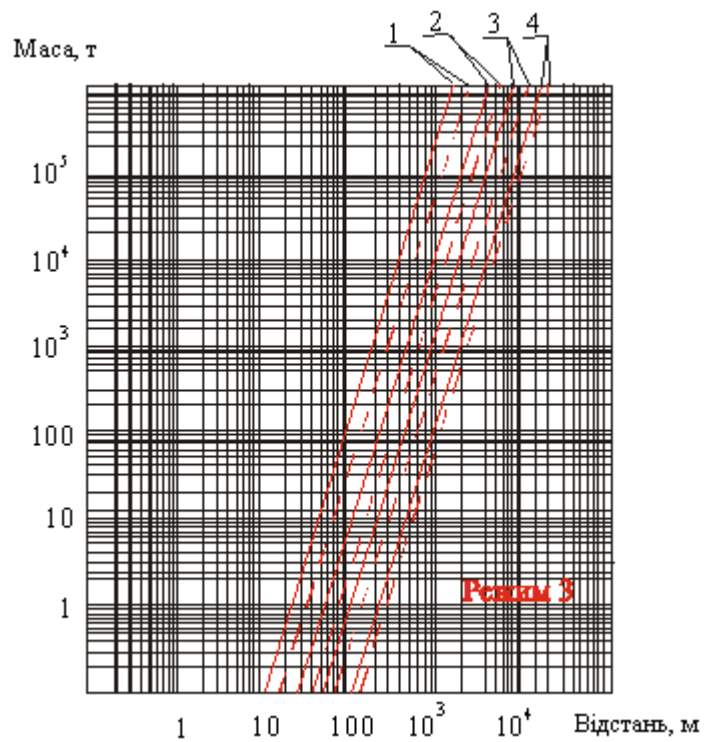


Рис. 4.4. Залежність ступеня руйнування будівлі від маси палива й відстані
 1, 2, 3, 4 – межі зон повних, сильних, середніх і слабких руйнувань;
 ——— – промислові будівлі;
 - - - - - житлові будинки.

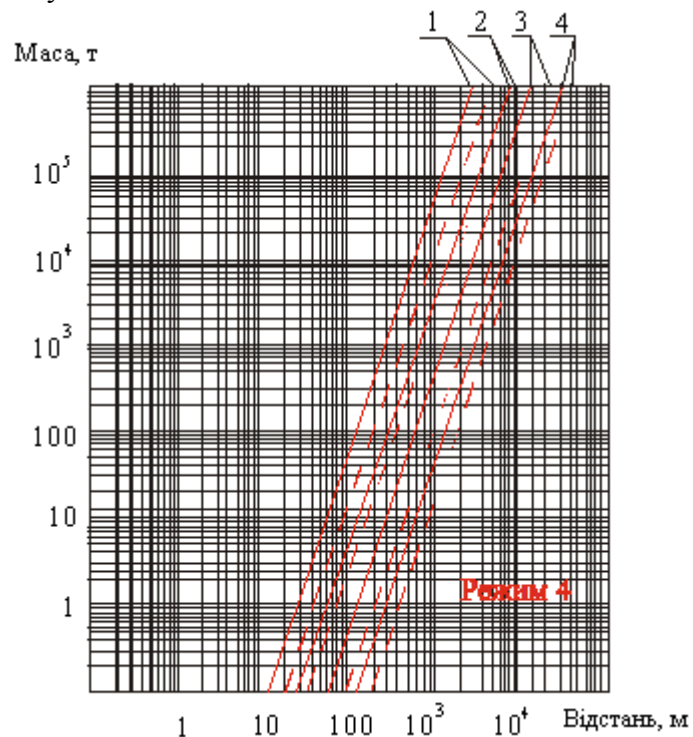


Рис. 4.5. Залежність ступеня руйнування будівлі від маси палива й відстані
 1, 2, 3, 4 – межі зон повних, сильних, середніх і слабких руйнувань;
 ——— – промислові будівлі;
 - - - - - житлові будинки.

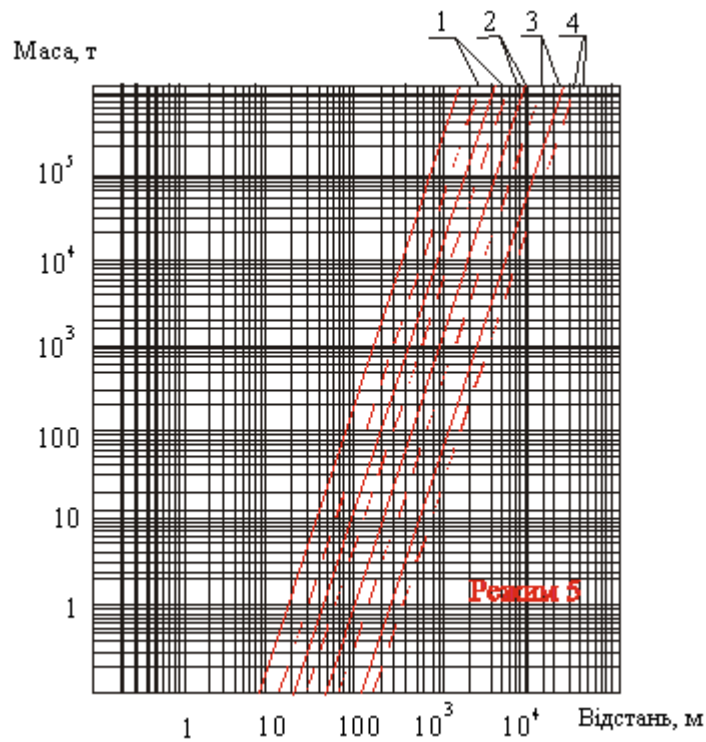


Рис. 4.6. Залежність ступеня руйнування будівлі від маси палива й відстані
 1, 2, 3, 4 – межі зон повних, сильних, середніх і слабких руйнувань;
 — — — промислові будівлі;
 - - - - житлові будинки.

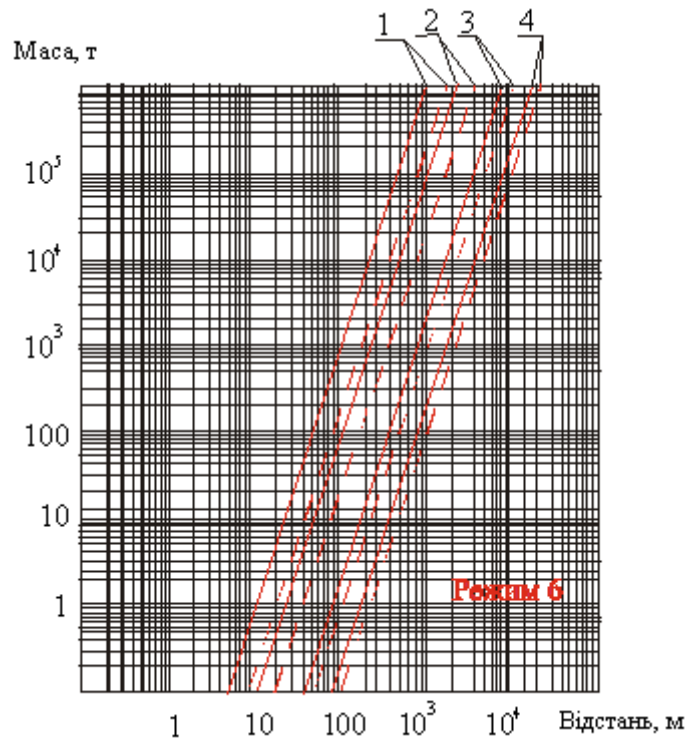


Рис. 4.7. Залежність ступеня руйнування будівлі від маси палива й відстані
 1, 2, 3, 4 – межі зон повних, сильних, середніх і слабких руйнувань;
 — — — промислові будівлі;
 - - - - житлові будинки.

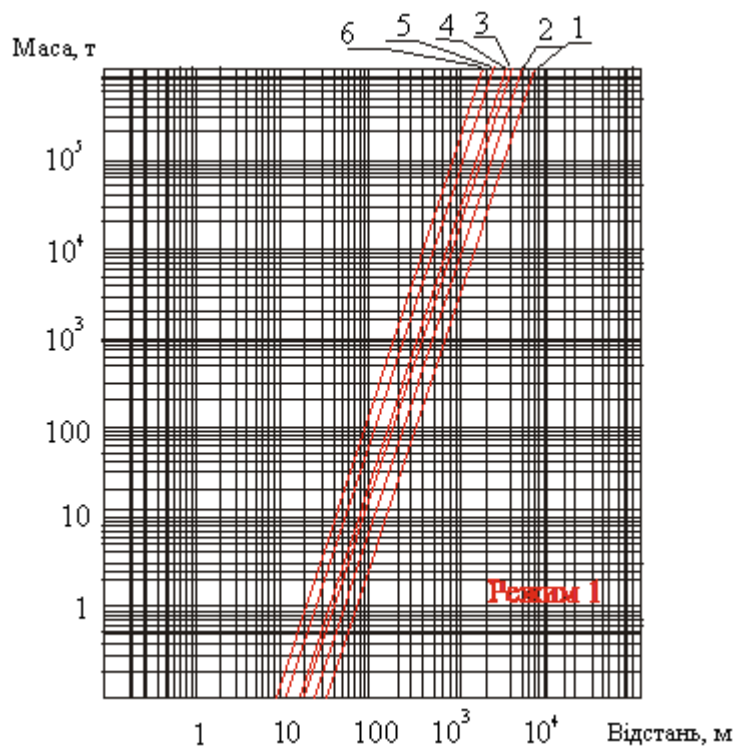


Рис. 4.8. Межі зон ураження людей при вибухах хмар ППС

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 – поріг ураження | 4 – 50 % уражених |
| 2 – 1 % уражених | 5 – 90 % уражених |
| 3 – 10 % уражених | 6 – 99 % уражених |

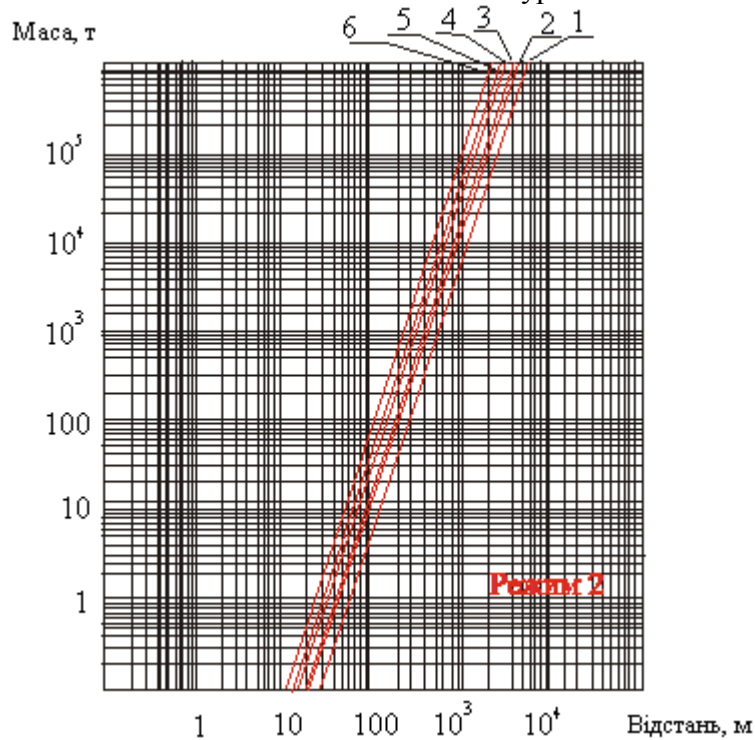


Рис. 4.9. Межі зон ураження людей при вибухах хмар ППС

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 – поріг ураження | 4 – 50 % уражених |
| 2 – 1 % уражених | 5 – 90 % уражених |
| 3 – 10 % уражених | 6 – 99 % уражених |

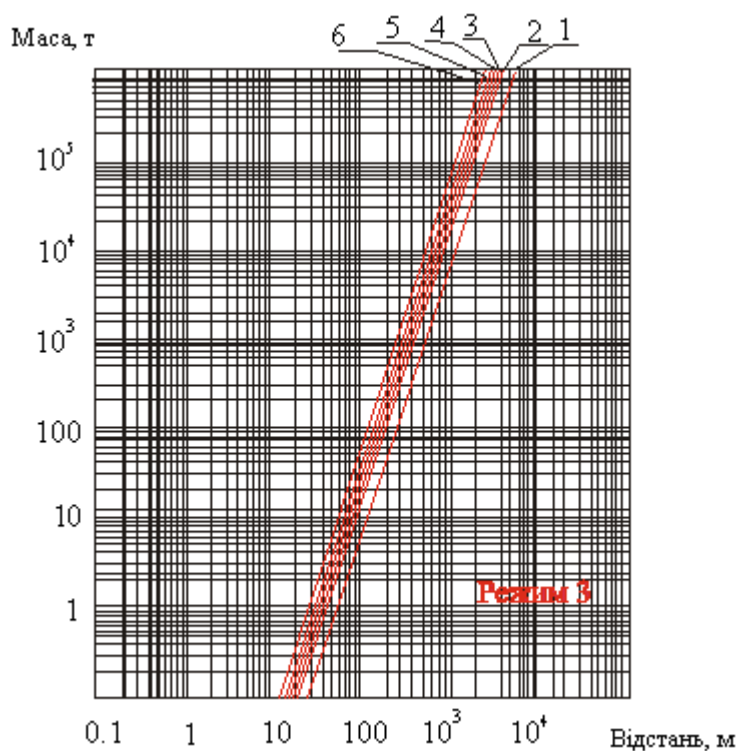


Рис. 4.10. Межі зон ураження людей при вибухах хмар ППС

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 – поріг ураження | 4 – 50 % уражених |
| 2 – 1 % уражених | 5 – 90 % уражених |
| 3 – 10 % уражених | 6 – 99 % уражених |

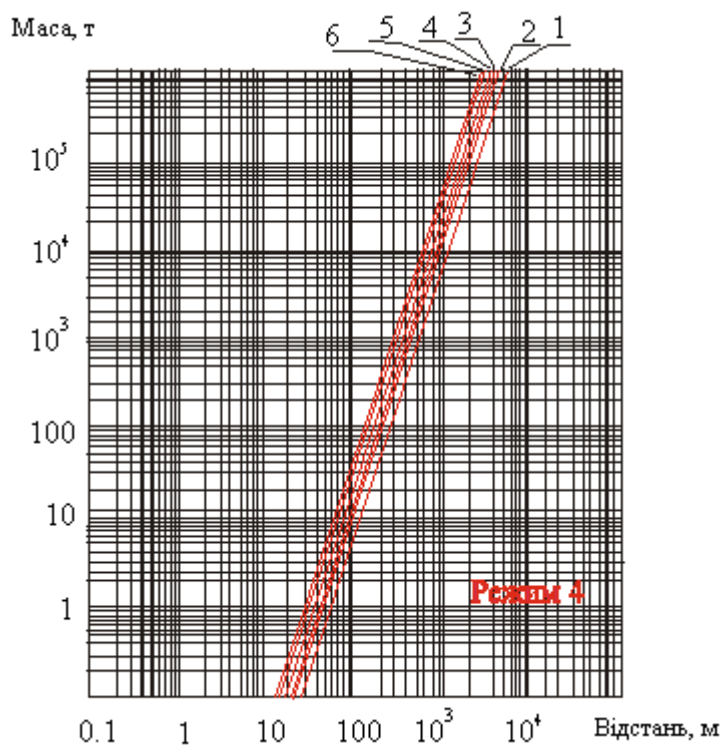


Рис. 4.11. Межі зон ураження людей при вибухах хмар ППС

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 – поріг ураження | 4 – 50 % уражених |
| 2 – 1 % уражених | 5 – 90 % уражених |
| 3 – 10 % уражених | 6 – 99 % уражених |

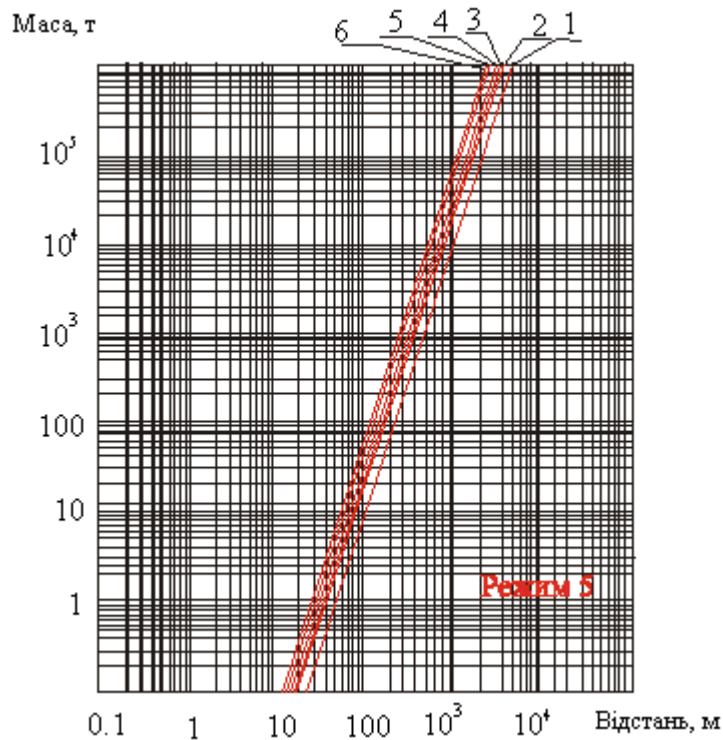


Рис.4.12. Межі зон ураження людей при вибухах хмар ППС

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 – поріг ураження | 4 – 50 % уражених |
| 2 – 1 % уражених | 5 – 90 % уражених |
| 3 – 10 % уражених | 6 – 99 % уражених |

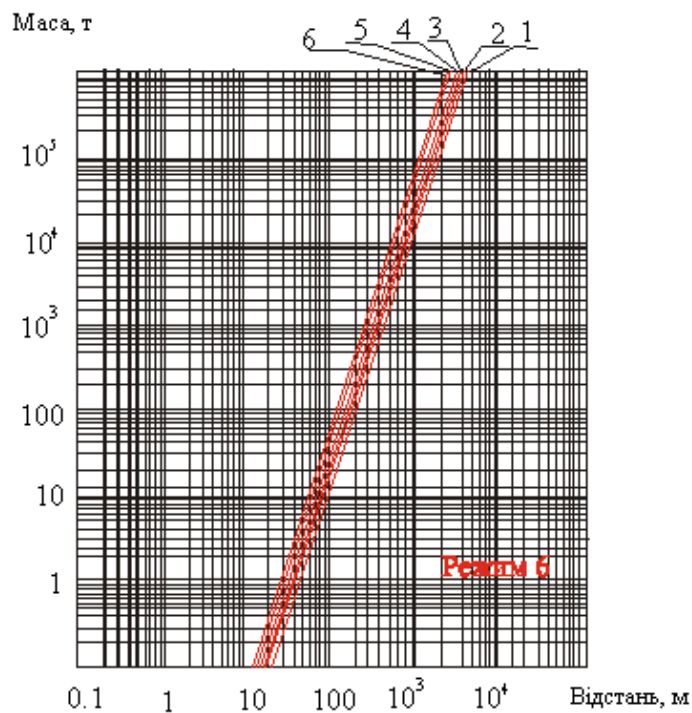


Рис. 4.13. Межі зон ураження людей при вибухах хмар ППС

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 – поріг ураження | 4 – 50 % уражених |
| 2 – 1 % уражених | 5 – 90 % уражених |
| 3 – 10 % уражених | 6 – 99 % уражених |

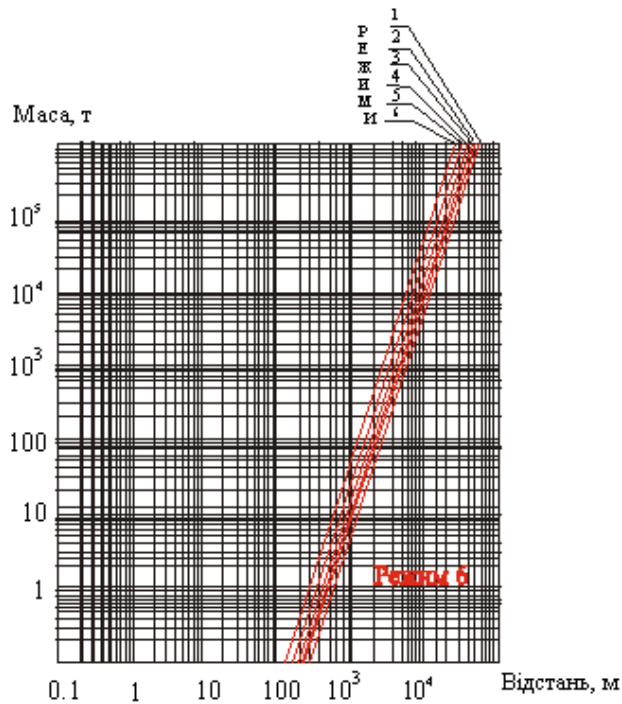


Рис. 4.14. Розміри зони руйнування скління при різних режимах вибухового перетворення хмари ППС

Кількість загиблих серед людей, що перебувають на відкритій місцевості N_M , визначається за формулою:

$$N_M = \sum_{i=1}^6 \frac{n_{iM} P_{iM}}{100}; \quad (4.7)$$

де n_{iM} – кількість людей, що перебувають в i -ій зоні (визначається за картограмою розподілу людей);

P_{iM} – відсоток людей, що гинуть в i -ій зоні:

$P_{1M} = 0 \%$; $P_{2M} = 1 \%$; $P_{3M} = 10 \%$; $P_{4M} = 50 \%$; $P_{5M} = 90 \%$; $P_{6M} = 99 \%$.

Кількість загиблих серед людей, що перебувають у будівлях N_3 визначається за формулою:

$$N_3 = \sum_{i=1}^4 n_{iж} \left(1 - \frac{P_{iж}}{100}\right) + \sum_{i=1}^4 n_{iп} \left(1 - \frac{P_{iп}}{100}\right); \quad (4.8)$$

де $n_{iж}$ – кількість людей, що потрапили в житлові й адміністративні будівлі, що перебувають в i -ій зоні (за картограмою розподілу людей);

$P_{iж}$ – відсоток людей, що виживають у житлових і адміністративних будівлях, що потрапили в i -ту зону (зона визначається відповідно до рис. 4.2–4.7);

$p_{4ж} = 98 \%$; $p_{3ж} = 94 \%$; $p_{2ж} = 85 \%$; $p_{1ж} = 30 \%$;

$n_{iп}$ – кількість людей, що перебувають у промислових будівлях і спорудах, що потрапили в i -ту зону (визначається за картограмою розподілу людей);

$p_{ін}$ – відсоток людей, що виживають у промислових будівлях та спорудах, що потрапили в i -ту зону (зона визначається відповідно до рис. 4.2–4.7);

$$p_{4п} = 90 \%, p_{3п} = 40 \%$$

Вогневі кулі

Радіус вогневої кулі R визначається за формулою:

$$R = 3,2m^{0,325}; \quad (4.9)$$

а час її існування t за формулою:

$$t = 0,85m^{0,26}; \quad (4.10)$$

де $m = 0,6M$, кг.

Імовірність ураження людей тепловим потоком залежить від індексу дози теплового випромінювання I , що визначається із співвідношення:

$$I = t \left(\frac{Q_0 R^2}{X^2} \right)^{\frac{4}{3}} \quad (4.11)$$

де X – відстань від центра вогневої кулі ($X > R$), м;

Q_0 – тепловий потік на поверхні вогневої кулі, кВт/м², значення якого для найпоширеніших речовин наведено в табл. 12.

Таблиця 12 – Значення теплового потоку на поверхні вогневої кулі діаметром більше 10 м

Речовина	Тепловий потік, кВт/м ²
Бутан	170
Етан	190
Етилен	180
Метан	200
Пропан	195

Частка уражених тепловим випромінюванням визначається за графіком на рис.4.15.

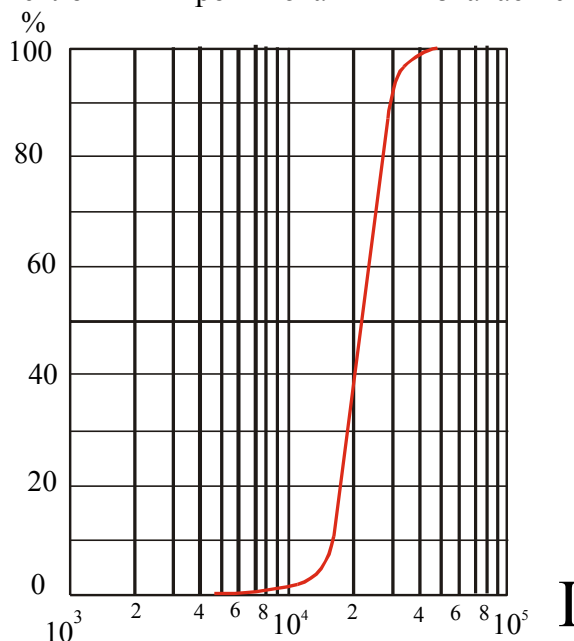


Рис. 4.15. Відсоток летальних випадків залежно від індексу дози теплового випромінювання I

Вплив вогневих куль на будівлі та споруди, що не знаходяться у межах самої вогневої кулі, визначаються наявністю займистих речовин і величиною теплового потоку, що визначається за формулою (час життя вогневої кулі прийнято рівним 15 с):

$$q = \frac{Q_0 R^2}{X^2} . \quad (4.12)$$

У табл. 4.6 наведено значення теплових потоків, що викликають займання деяких матеріалів.

За величин теплового потоку більше 85 кВт/м² займання відбувається через 3–5 с.

Таблиця 13 Теплові потоки, що спричиняють займання деяких матеріалів

Матеріал	Тепловий потік (кВт/м ²), що спричиняє займання за час (с)			
	15	180	300	900
Деревина	53	19	17	14
Покрівля м'яка	46	-	-	-
Парусина	36	-	-	-
Конвеєрна стрічка	37	-	-	-
Гума автомобільна	23	22	19	15
Каучук синтетичний	23	-	-	-
Шаруватий пластик	-	22	19	15
Пергамін	-	22	20	17

Примітка: прочерки означають відсутність даних.

Осколки обладнання

Число осколків при розриві сферичного резервуара із СКВГ визначається шляхом округлення величини N із співвідношення:

$$N = -3,77 + 0,0096V ; \quad (4.13)$$

де V – об'єм резервуара, м³.

Середня маса одного осколка m визначається зі співвідношення:

$$m = \frac{M_p}{N} ; \quad (4.14)$$

де M_p – маса оболонки резервуара, кг.

При розриві циліндричного резервуара утворюються два осколки рівної маси.

За графіком на рис. 4.16 визначається ймовірна дальність польоту осколка.

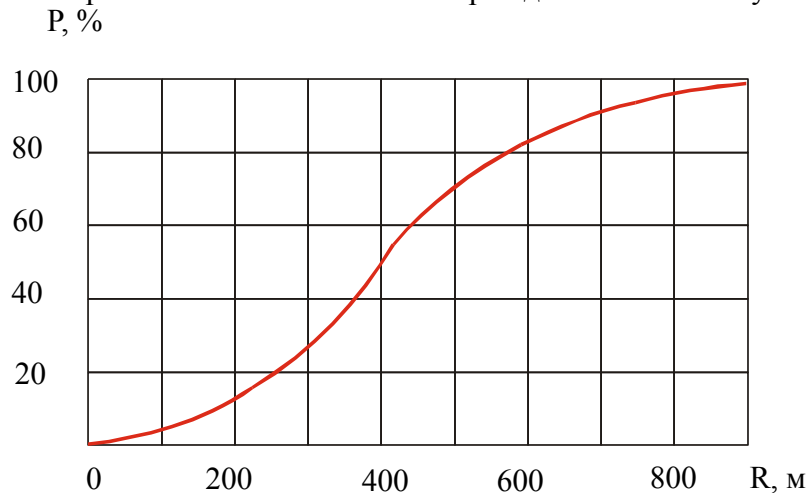


Рис. 4.16. Графік функції розподілу дальності розльоту осколків резервуара

Визначається перелік будівель і споруд, що попадають у зону розльоту осколків. Будівлі зазнають руйнування середнього ступеня, а технологічні установки і трубопроводи – сильного ступеня.

За графіками на рис. 4.17 визначається число людей, що зазнали смертельного ураження при розриві резервуара під тиском залежно від об'єму резервуара й щільності розміщення людей.

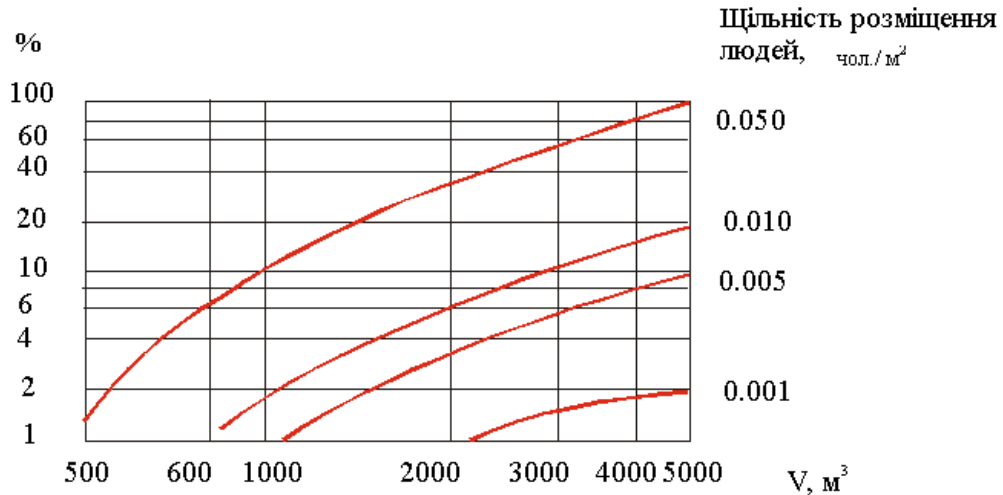


Рис. 4.17. Число уражених людей при вибуху посудин високого тиску залежно від об'єму посудини й щільності розташування людей, чол./ м²

Порядок оцінки наслідків аварії на об'єктах зі зберігання, переробки і транспортування горючих рідин (ГР)

Об'єм рідини, що витекла з резервуара при його руйнуванні, приймається рівним 80 % від загального об'єму резервуара.

Об'єм рідини, що витікає з трубопроводу при його руйнуванні, визначається за формулою:

$$V = 0,79 D^2 L, \quad (4.15)$$

де D – діаметр трубопроводу, м;

L – довжина відрізка між сусідніми запірними клапанами, м.

Лінійний розмір розлиття залежить від об'єму рідини, що витекла, й умов розтікання. При вільному розтіканні діаметр розлиття може бути визначений зі співвідношення:

$$d = \sqrt{25,5V}, \quad (4.16)$$

де d – діаметр розливу, м;

V – об'єм рідини, м³.

При розлитті в піддон або обвалування необхідно визначити, чи закрито повністю шаром рідини їхнє дно. Умовою для закриття є наявність прошарку рідини товщиною більше 0,02 м, тобто:

$$\frac{V}{S} > 0,02,$$

де S – площа обвалування (піддона), м².

Величина теплового потоку q на заданій відстані R від пожежі розливу обчислюється за формулою:

$$q = 0,8Q_0 e^{-0,03x}, \quad (4.17)$$

де Q_0 – тепловий потік на поверхні факелу полум'я, кВт/м², значення якого наведені в табл. 4.7;

x – відстань до фронту полум'я, м.

Відстань, на якій буде спостерігатися тепловий потік із заданою величиною q , визначається за формулою:

$$x = 33 \ln \left(1,25 \frac{Q_0}{q} \right) \quad (4.18)$$

Величина індексу дози теплового випромінювання визначається зі співвідношення:

$$I = 60q^{\frac{4}{3}}. \quad (4.19)$$

Відсоток уражених визначається за графіками на рис. 4.15. Можливість займання різних матеріалів визначається за табл. 4.6.

Таблиця 14 – Тепловий потік на поверхні факелу полум'я від пожежі розливу

Речовина	Тепловий потік, кВт/ м ²
Ацетон	80
Бензин	130
Дизельне паливо	130
Гексан	165
Метанол	35
Метилацетат	50
Вінілацетат	60
Аміак	30
Гас	90
Нафта	80
Мазут	60

Варіанти завдання

Задача № 1. Визначити кількість загиблих серед персоналу об'єкта у випадку миттєвого руйнування резервуара з речовиною. Щільність персоналу на території об'єкта, ємність резервуара, речовина, що обертається, та характеристика простору подані у завданні. Завдання обирається за списком у навчальному журналі з таблиці 4.8.

Таблиця– Вихідні дані для розв'язання задачі №1 контрольної роботи №3

№ з/п	Речовина	Ємність резервуара, т	Щільність персоналу, осіб/м ²	Характеристика простору
1.	ацетилен	150	0,003	Технологічне обладнання з високою щільністю
2.	бутан	200	0,005	Низька щільність забудови
3.	метан	130	0,008	Відкритий резервуарний

				майданчик
4.	етан	80	0,001	Повторювані перешкоди
5.	етилен	55	0,011	Велика кількість трубопроводів
6.	пропан	60	0,0045	Технологічне обладнання з високою щільністю
7.	водень	110	0,0033	Низька щільність забудови
8.	пропілен	180	0,0105	Відкритий резервуарний майданчик
9.	генераторний газ	90	0,0051	Повторювані перешкоди
10.	окис вуглецю (II)	120	0,004	Велика кількість трубопроводів
11.	генераторний газ	150	0,005	Відкритий резервуарний парк
12.	ацетилен	200	0,008	Повторювані перешкоди
13.	пропілен	130	0,001	Велика кількість трубопроводів
14.	водень	80	0,011	Технологічне обладнання з високою щільністю
15.	метан	55	0,0045	Низька щільність забудови
16.	пропан	130	0,0105	Повторювані перешкоди
17.	етилен	80	0,0051	Велика кількість трубопроводів
18.	бутан	55	0,004	Резервуарний парк
19.	аміак	60	0,005	Повторювані перешкоди
20.	етан	110	0,008	Велика кількість трубопроводів

Задача № 2. Визначити радіус зони руйнування скла у випадку аварії на газопроводі діаметром 100 мм. Вихідні дані надані в табл. 4.9.

Таблиця– Вихідні дані для розв’язання задачі №2 контрольної роботи №3

№ з/п	Речовина	Температура повітря, °С	Тиск в трубопроводі, МПа	Характеристика простору
1.	ацетилен	-20	1,5	Технологічне обладнання з високою щільністю
2.	бутан	-15	2	Низька щільність забудови
3.	метан	-10	1,8	Відкритий резервуарний майданчик
4.	етан	-5	3,5	Повторювані перешкоди
5.	етилен	0	4	Велика кількість трубопроводів
6.	пропан	5	2,2	Технологічне обладнання з високою щільністю
7.	водень	10	4,6	Низька щільність забудови
8.	пропілен	15	3,1	Відкритий резервуарний майданчик
9.	генераторний газ	20	1,9	Повторювані перешкоди

10.	окис вуглецю (II)	25	2,6	Велика кількість трубопроводів
11.	генераторний газ	30	1,5	Відкритий резервуарний парк
12.	ацетилен	25	2	Повторювані перешкоди
13.	пропілен	20	1,8	Велика кількість трубопроводів
14.	водень	15	3,1	Технологічне обладнання з високою щільністю
15.	метан	10	1,9	Низька щільність забудови
16.	пропан	5	2,6	Повторювані перешкоди
17.	етилен	0	1,5	Велика кількість трубопроводів
18.	бутан	-5	2	Резервуарний парк
19.	аміак	-10	1,8	Повторювані перешкоди
20.	етан	-15	3,4	Велика кількість трубопроводів

Задача № 3. Визначити можливість загоряння певного матеріалу від полум'я заданої речовини. Вихідні дані для вирішення задачі надані в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Вихідні дані для розв'язання задачі №3 контрольної роботи №3

№ з/п	Речовина, що горить	Речовина під дією теплового потоку
1.	мазут	деревина
2.	вінілацетат	покрівля м'яка
3.	гас	парусина
4.	аміак	конвеєрна стрічка
5.	метанол	гума автомобільна
6.	ацетон	каучук синтетичний
7.	бензин	шаруватий пластик
8.	дизельне паливо	деревина
9.	гексан	покрівля м'яка
10.	метилацетат	парусина
11.	нафта	конвеєрна стрічка
12.	мазут	гума автомобільна
13.	аміак	каучук синтетичний
14.	метанол	шаруватий пластик
15.	ацетон	деревина
16.	бензин	покрівля м'яка
17.	дизельне паливо	парусина
18.	вінілацетат	конвеєрна стрічка
19.	гас	гума автомобільна
20.	аміак	каучук синтетичний

4.3. Приклад виконання розрахунків

Задача №1. Визначити кількість загиблих серед персоналу об'єкта у випадку миттєвого руйнування резервуара із пропаном ємністю 100 т. Щільність персоналу на території об'єкта – 0,001 чол/м². Резервуар оточений технологічним обладнанням, розміщеним з високою щільністю.

Розв'язання:

1) Визначаємо, що при вибуху хмари ППС, що утворилася, у реакції візьме участь 100 т пропану, а при утворенні вогневої кулі – 60 т.

2) За табл. 4.2 визначаємо клас просторів, що оточує місце аварії, – 2 (сильно захарашений простір): за табл. 4.3 визначаємо клас речовини – 2; за табл. 4.4 визначаємо ймовірний режим вибухового перетворення – 2.

3) За графіком на рис. 4.9 визначаємо радіуси, що визначають межі зон ураження людей при вибухах хмар ППС:

радіус зони R_6 , в якій загине 99 % людей, складе - 120 м;

радіус зони R_5 , в якій загине від 90% до 99 % (середнє – 95 %) становить 135 м;

радіус зони R_4 , в якій загине від 50 % до 90 % (середнє – 70 %) становить 150 м;

радіус зони R_3 , в якій загине від 10 % до 50 % (середнє – 30 %) становить 166 м;

радіус зони R_2 , в якій загине від 1 % до 10 % (середнє – 4,5 %) становить 185 м;

радіус зони R_1 , в якій загине до 1 % (середнє – 0,5 %) становить 250 м.

За відомими радіусами визначаємо площі зон ураження людей при вибухах хмар

ППС:

$$S_6 = \pi R_6^2 = 3,14 \cdot 120^2 = 45239 \text{ м}^2;$$

$$S_5 = \pi R_5^2 - S_6 = 3,14 \cdot 135^2 - 45239 = 12017 \text{ м}^2;$$

$$S_4 = \pi R_4^2 - S_6 - S_5 = 3,14 \cdot 150^2 - 45239 - 12017 = 13430 \text{ м}^2;$$

$$S_3 = \pi R_3^2 - S_6 - S_5 - S_4 = 3,14 \cdot 166^2 - 45239 - 12017 - 13430 = \\ = 15884 \text{ м}^2;$$

$$S_2 = \pi R_2^2 - S_6 - S_5 - S_4 - S_3 = 3,14 \cdot 185^2 - 45239 - 12017 - 13430 - \\ - 15884 = 20951 \text{ м}^2;$$

$$S_1 = \pi R_1^2 - S_6 - S_5 - S_4 - S_3 - S_2 = 3,14 \cdot 250^2 - 45239 - 12017 - \\ - 13430 - 15884 - 20951 = 88829 \text{ м}^2.$$

Визначаємо кількість загиблих серед людей, що перебувають на відкритій місцевості N_{iM} з урахуванням того, що щільність персоналу на території об'єкта становить 0,001 чол/м²:

$$N_{6M} = \gamma S_6 p_{6M} = 0,001 \cdot 45239 \cdot 0,99 = 45 \text{ осіб};$$

де γ – щільність персоналу на території об'єкта, чол/м².

$$N_{5M} = \gamma S_5 p_{5M} = 0,001 \cdot 12017 \cdot 0,95 = 11 \text{ осіб};$$

$$N_{4M} = \gamma S_4 p_{4M} = 0,001 \cdot 13430 \cdot 0,7 = 9 \text{ осіб};$$

$$N_{3M} = \gamma S_3 p_{3M} = 0,001 \cdot 15884 \cdot 0,3 = 5 \text{ осіб};$$

$$N_{2M} = \gamma S_2 p_{2M} = 0,001 \cdot 20951 \cdot 0,045 = 1 \text{ особа};$$

$$N_{1M} = \gamma S_1 p_{1M} = 0,001 \cdot 88829 \cdot 0,005 = 1 \text{ особа}.$$

Загальна кількість загиблих N_M :

$$N_M = 45 + 11 + 9 + 5 + 1 + 1 = 72 \text{ особи}.$$

Загальне число загиблих може скласти 72 особи.

4) За формулою (4.9) визначаємо радіус вогневої кулі R , що може утворитися у результаті аварії:

Радіус вогневої кулі R визначається за формулою:

$$R_{100} = 3,2 \cdot 60000^{0,325} = 114 \text{ м}.$$

Площа зони, що покривається вогневою кулею, складе:

$$S_{100} = \pi R_{100}^2 = 3,14 \cdot 114^2 = 41043 \text{ м}^2.$$

Число загиблих складе:

$$N_{100} = \gamma S_{100} = 0,001 \cdot 41043 = 41 \text{ особа}.$$

5) За формулою (4.10) визначаємо час існування вогневої кулі:

$$t = 0,85 \cdot 60000^{0,26} = 15 \text{ с}.$$

З табл. 4.5 визначаємо, що тепловий потік на поверхні вогневої кулі становить 195 кВт/м².

б) За графіком на рис. 4.15 визначаємо, що загибель людей з імовірністю $> 95\%$ буде відбуватися при індексі дози теплового випромінювання 3×10^7 .

Індексу дози 3×10^7 буде відповідати тепловий потік $62,2 \text{ кВт/м}^2$, що буде спостерігатися на відстані 202 м від центру вогневої кулі.

Площа зони складе:

$$S_{95} = \pi R_{95}^2 - S_{100} = 3,14 \cdot 202^2 - 41043 = 87300 \text{ м}^2.$$

Число загиблих складе:

$$N_{95} = 0,95 \gamma S_{95} = 0,95 \cdot 0,001 \cdot 87300 = 83 \text{ особи.}$$

7) За графіком на рис. 4.15 визначаємо, що загибель людей з імовірністю від 65% до 95% (середнє – 80%) станеться при індексі дози теплового випромінювання 2×10^7 .

Індексу дози 2×10^7 буде відповідати тепловий потік $39,2 \text{ кВт/м}^2$, що, буде спостерігатися на відстані 254 м від центру вогневої кулі.

Площа зони складе:

$$S_{80} = \pi R_{80}^2 - S_{95} - S_{100} = 3,14 \cdot 254^2 - 87300 - 41043 = 74340 \text{ м}^2.$$

Число загиблих складе:

$$N_{80} = 0,8 \gamma S_{80} = 0,8 \cdot 0,001 \cdot 74340 = 60 \text{ осіб.}$$

8) За графіком на рис. 4.15 визначаємо, що загибель людей з імовірністю від 25% до 65% (середнє – 45%) станеться при індексі дози теплового випромінювання 10^7 .

Індексу дози 10^7 буде відповідати тепловий потік $23,3 \text{ кВт/м}^2$, що буде спостерігатися на відстані 337 м від центру вогневої кулі.

Площа зони складе:

$$S_{45} = \pi R_{45}^2 - S_{80} - S_{95} - S_{100} = 3,14 \cdot 337^2 - 74340 - 87300 - 41043 = 154104 \text{ м}^2.$$

Число загиблих складе:

$$N_{45} = 0,45 \gamma S_{45} = 0,45 \cdot 0,001 \cdot 154104 = 69 \text{ осіб.}$$

9) За графіком на рис. 4.15 визначаємо, що загибель людей з імовірністю від 5% до 25% (середнє – 15%) станеться при індексі дози теплового випромінювання 7×10^6 .

Індексу дози 7×10^6 буде відповідати тепловий потік $17,0 \text{ кВт/м}^2$, що буде спостерігатися на відстані 376 м від центру вогневої кулі.

$$S_{15} = \pi R_{15}^2 - S_{45} - S_{80} - S_{95} - S_{100} = 3,14 \cdot 376^2 - 154104 - 74340 - 87300 - 41043 = 187000 \text{ м}^2.$$

Число загиблих складе:

$$N_{15} = 0,15 \gamma S_{15} = 0,15 \cdot 0,001 \cdot 187000 = 28 \text{ осіб.}$$

Усього при такій аварії може загинути:

$$N_M = 41 + 83 + 60 + 69 + 28 = 281 \text{ особа.}$$

Задача №2. Визначити радіус зони руйнування скла у випадку аварії на газопроводі метану діаметром 400 мм з тиском $2 \times 10^6 \text{ Па}$. Температура повітря в момент аварії – 10°C (263 K).

Розв'язання:

1) Визначаємо молекулярну масу метану – 16 (за довідником чи розрахунковим способом).

2) За формулою (4.6) обчислюємо густину газу в трубопроводі:

$$\rho_0 = \frac{16 \cdot 2 \cdot 10^6}{8314 \cdot 263} = 14,6 \text{ кг/м}^3.$$

3) За формулою (4.5) обчислюємо масу метану в хмарі:

$$M = 66S\sqrt{(P_0\rho_0)}$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} = 0,126 \text{ м}^2.$$

$$M = 66 \cdot 0,126 \sqrt{(2 \cdot 10^6 \cdot 14,6)} = 44937 \text{ кг.}$$

$$M \approx 45 \text{ т.}$$

4) За табл. 4.2 – 4.4 визначаємо, що клас навколишнього простору – 3, клас палива – 4, а ймовірний режим вибухового перетворення – 5.

За графіком на рис. 4.14 визначаємо радіус зони руйнування скла – 1350 м.

Задача №3. Визначити, на якій відстані від горіння розливу мазуту може статися загоряння автомобільної гуми.

Розв'язання:

1) З табл. 4.7 визначаємо, що тепловий потік на поверхні полум'я складе 60 кВт/м².

2) З табл. 4.6 визначаємо, що запалювання автомобільної гуми може статися при впливі теплового потоку 15 кВт/кв.м.

3) За формулою (4.18) визначаємо, що відстань складе:

$$x = 33 \ln \left(1,25 \frac{60}{15} \right) = 53 \text{ м.}$$

Контрольна робота захищається перед викладачем, якій проводить практичні заняття у навчальній групі, у якій навчається студент. До захисту контрольної (модульної) роботи допускається студент, який поточних заборгованостей з дисципліни. Контрольна робота оцінюється за національною шкалою.

**Вказівки щодо проведення підсумкового контролю за 2 семестр
(екзамен)**

Наведені в методичній розробці.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

КАФЕДРА

ПОЖЕЖНОЇ І ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ БІЛЕТИ

з дисципліни «Промислова безпека сучасних виробничих технологій»
освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст»
у галузі знань 0513 «Хімічна технологія та інженерія»
спеціальність 7.05130106 «Природоохоронні хімічні технології»

на 2017-2018 навчальний рік

Харків-2017

БІЛЕТ 1

1. Що розуміють під поняттям «Промислова аварія»?
2. Класифікація та характеристика негативних чинників впливу джерел виробничих аварій на людину та стан довкілля.
3. Визначити категорію приміщення діагностики автотранспортного підприємства для вантажних автомобілів, що працюють на стисненому природному газі (98% метану). Об'єм приміщення складає 300 м^3 , об'єм балону із стисненим газом – 50 л ($0,05 \text{ м}^3$). Тиск в балоні $0,02 \text{ МПа}$. Максимальна абсолютна температура повітря 37°C .

БІЛЕТ 2

1. Що розуміють під поняттям «Катастрофа»?
2. Визначення термічного впливу на людину і будівельні конструкції при пожежах.
3. Оцінити можливість руйнації споруд і травмування персоналу у випадку аварії на АЗС, що характеризується загорянням та вибухом максимальної кількості бензину, що знаходиться в резервуарі об'ємом 8 м^3 в кількості $6\,000 \text{ кг}$. Тротиловий еквівалент вибуху парогозової фази становить 265 кг .

БІЛЕТ 3

1. Що розуміють під поняттям «Надзвичайна ситуація техногенного характеру».
2. Вплив ударної хвилі на людину, будинки та споруди.
3. Визначити дозу опромінення, одержану механізатором за час роботи на відкритій місцевості, якщо рівень радіації $0,8 \text{ год}$ дорівнював 20 Р/год , а $0,16 \text{ год}$ – 10 Р/год . Через 1 годину після вибуху еталонний рівень радіації дорівнював 60 Р/год . Коефіцієнт ослаблення радіації транспортним засобом дорівнює 4.

БІЛЕТ 4

1. Класифікація виробничих аварій та катастроф.
2. Негативні чинники токсичного впливу на людину і навколишнє середовище.
3. Оцінити можливі втрати населення, що опинилися в осередку хімічного забруднення, що виникло внаслідок викиду хлору на ХНО, який розташований поза населеним пунктом. Чисельність мешканців населеного пункту площею 20 км^2 складає 10 тис. осіб , а площа населеного пункту, що потрапила до прогнозованої зони хімічного забруднення, становить $7,8 \text{ км}^2$.

БІЛЕТ 5

1. Охарактеризувати проектні та запроектовані промислові аварії.
2. Оцінка ймовірності ураження людей при вибуху пожежовибухонебезпечних сумішей.
3. Визначити площу прогнозованої зони хімічного забруднення, що може виникнути при аварії на ХНО, на якому містяться 2 ємності по 20 і 50 тонн хлору за наступних метеорологічних умов: інверсія, швидкість вітру – 1 м/с , температура повітря $+20^\circ\text{C}$.

БІЛЕТ 6

1. Види і групи радіаційних аварій та причини їх виникнення.
2. Оцінка ймовірності ураження людини тепловим випромінюванням.
3. Оцінити ступінь руйнувань механічного цеху від вибуху ємності з пропаном в кількості 100 т . на газозаправній станції, що розташована на відстані 300 м . від цеху.

БІЛЕТ 7

1. Міжнародна шкала оцінки ядерних подій на АЕС.
2. Визначення зон та масштабів токсичного зараження.
3. Визначити надлишковий тиск вибуху, що виникає в зоні дії повітряної ударної хвилі на відстані 200 м від центра вибуху резервуара з скрапленим газом пропаном в кількості 50 тонн .

БІЛЕТ 8

1. Класифікація об'єктів господарювання і адміністративно-територіальних одиниць за хімічною небезпекою.

2. Оцінка ймовірності руйнування промислових будинків від вибуху пожежовибухонебезпечних сумішей.

3. Визначити площу зони хімічного ураження внаслідок аварії на ХНО, що характеризується викидом в атмосферу 5 тонн хлору. Резервуар не обвалований, місцевість відкрита, швидкість вітру в приземному шарі 3 м/с, різниця температур на висотах 50 і 200 см становить -10°C .

БІЛЕТ 9

1. Класифікація небезпечних хімічних речовин.
2. Визначення можливих втрат населення в осередку хімічного ураження.
3. Визначити енергетичний показник вибухонебезпеки технологічного блоку АЗС (резервуар з бензином об'ємом 8 т). Резервуар має обвалування площею 18 м^2 .

БІЛЕТ 10

1. Назвати та охарактеризувати ступені хімічної небезпеки.
2. Методика прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті.
3. Виконати розрахунки зон можливої руйнації та травмування персоналу у випадку вибуху 350 т. парів уайт-спіриту.

БІЛЕТ 11

1. Що розуміють під поняттями «Пожежа», «Вибух».
2. Загальні положення оцінки надзвичайної ситуації при радіаційній аварії на атомній електростанції.
3. Обґрунтувати розрахунками, що склад виробництва, на якому в ємностях об'ємом 2 м^3 (6 ємн.) та об'ємом 6 м^3 (4 ємн.) зберігається пропіленгліколь, відноситься до пожежонебезпечної категорії.

БІЛЕТ 12

1. Класифікація зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою.
2. Визначення дози опромінення персоналу об'єкта, що знаходиться в зонах радіоактивного забруднення.
3. Розрахувати об'єм зони вибухонебезпечних концентрацій, що можуть утворитися при аварії на АЗС внаслідок розгерметизації з'єднання автоцистерни із зливним пристроєм паливних резервуарів на повний переріз (діаметр 60 мм). Час від моменту виникнення розгерметизації до відключення автоцистерни – 60 с., швидкість заповнення резервуару – $25\text{ м}^3/\text{год}$. Паливо - бензин А-76.

БІЛЕТ 13

1. Класифікація приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою.
2. Оцінка радіаційної обстановки.
3. Визначити категорію зовнішньої установки АЗС (вузол зливу нафтопродуктів з автоцистерни до резервуарів) за умови повної розгерметизації автоцистерни з викидом 2,88 тонн бензину, що розливається по поверхні майданчика і випаровується у навколишнє середовище. Максимальна температура навколишнього середовища – $+40^{\circ}\text{C}$.

БІЛЕТ 14

1. Класифікація будинків за вибухопожежною та пожежною безпекою.
2. Декларація промислової безпеки об'єктів підвищеної безпеки. Основні розділи декларації безпеки. Нормативний документ.
3. Визначити швидкість витікання ЛЗР через отвір в апараті при висоті стовпа рідини в апараті $H=5\text{ м}$, якщо витікання здійснюється самопливом.

БІЛЕТ 15

1. Класифікація гідротехнічних споруд.
2. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної безпеки.
3. Визначити об'єм зони вибухонебезпечних концентрацій у випадку повного

випаровування бензолу під час пошкодження резервуару, якщо кількість розлитого бензолу m становить 20 кг, нижня концентраційна межа поширення полум'я $\varphi_n = 0,0143$ (об.ч.), молярна маса бензолу $M = 78,11$; молярний об'єм парів бензолу при робочій температурі $V_t = 24,45$ м³/к моль; коефіцієнт безпеки $k_\sigma = 2$.

БІЛЕТ 16

1. Гідродинамічні небезпеки і причини їх виникнення.
2. Індивідуальний, територіальний та соціальний ризик. Дати визначення.
3. Оцінити можливість руйнації споруд і травмування персоналу у випадку аварії на АЗС, що характеризується загорянням та вибухом максимальної кількості бензину, що знаходиться в резервуарі об'ємом 8 м³ в кількості 6 000 кг. Тротиловий еквівалент вибуху парогазової фази становить 265 кг.

БІЛЕТ 17

1. Причини аварій на об'єктах комунального господарства.
2. Визначення прийнятного ризику.
3. Визначити категорію приміщення діагностики автотранспортного підприємства для вантажних автомобілів, що працюють на стисненому природному газі (98% метану). Об'єм приміщення складає 300 м³, об'єм балону із стисненим газом – 50 л (0,05 м³). Тиск в балоні 0,02 МПа. Максимальна абсолютна температура повітря 37⁰С.

БІЛЕТ 18

1. Транспортні аварії та причини їх виникнення.
2. Вимоги до розробки комплексу заходів промисловій безпеці.
3. Визначити дозу опромінення, одержану механізатором за час роботи на відкритій місцевості, якщо рівень радіації о 8 год. дорівнював 20 Р\год., а о 16 год. – 10 Р\год. Через 1 годину після вибуху еталонний рівень радіації дорівнював 60 Р\год. Коефіцієнт ослаблення радіації транспортним засобом дорівнює 4.

БІЛЕТ 19

1. Сценарії та схеми виникнення і розвитку аварійної ситуації на промислових об'єктах.
2. Загальні вимоги до безпеки праці в нафтогазовидобувній галузі. Галузеві норми.
3. Оцінити можливі втрати населення, що опинилися в осередку хімічного забруднення, що виникло внаслідок викиду хлору на ХНО, який розташований поза населеним пунктом. Чисельність мешканців населеного пункту площею 20 км² складає 10 тис. осіб, а площа населеного пункту, що потрапила до прогнозованої зони хімічного забруднення, становить 7,8 км².

БІЛЕТ 20

1. Назвати фізико-хімічні параметри, за якими можна оцінити наслідки аварій на промислових об'єктах.
2. Загальні вимоги до безпеки праці в нафтопереробній галузі. Галузеві норми.
3. Визначити площу прогнозованої зони хімічного забруднення, що може виникнути при аварії на ХНО, на якому містяться 2 ємності по 20 і 50 тонн хлору за наступних метеорологічних умов: інверсія, швидкість вітру – 1 м/с, температура повітря +20⁰С.

ЗАДАЧІ ДО ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ БІЛЕТІВ

з дисципліни «Промислова безпека сучасних виробничих технологій»

1. Визначити категорію приміщення діагностики автотранспортного підприємства для вантажних автомобілів, що працюють на стисненому природному газі (98% метану). Об'єм приміщення складає 300 м^3 , об'єм балону із стисненим газом – 50 л ($0,05 \text{ м}^3$). Тиск в балоні $0,02 \text{ МПа}$. Максимальна абсолютна температура повітря 37°C .

2. Оцінити можливість руйнації споруд і травмування персоналу у випадку аварії на АЗС, що характеризується загорянням та вибухом максимальної кількості бензину, що знаходиться в резервуарі об'ємом 8 м^3 в кількості $6\ 000 \text{ кг}$. Тротиловий еквівалент вибуху парогазової фази становить 265 кг .

3. Визначити дозу опромінення, одержану механізатором за час роботи на відкритій місцевості, якщо рівень радіації о 8 год. дорівнював 20 Р/год. , а о 16 год. – 10 Р/год. Через 1 годину після вибуху еталонний рівень радіації дорівнював 60 Р/год. Коефіцієнт ослаблення радіації транспортним засобом дорівнює 4.

4. Оцінити можливі втрати населення, що опинилися в осередку хімічного забруднення, що виникло внаслідок викиду хлору на ХНО, який розташований поза населеним пунктом. Чисельність мешканців населеного пункту площею 20 км^2 складає 10 тис. осіб, а площа населеного пункту, що потрапила до прогнозованої зони хімічного забруднення, становить $7,8 \text{ км}^2$.

5. Визначити площу прогнозованої зони хімічного забруднення, що може виникнути при аварії на ХНО, на якому містяться 2 ємності по 20 і 50 тонн хлору за наступних метеорологічних умов: інверсія, швидкість вітру – 1 м/с , температура повітря $+20^\circ\text{C}$.

6. Оцінити ступінь руйнувань механічного цеху від вибуху ємності з пропаном в кількості 100 т. на газозаправній станції, що розташована на відстані 300 м. від цеху.

7. Визначити надлишковий тиск вибуху, що виникає в зоні дії повітряної ударної хвилі на відстані 200 м від центра вибуху резервуара з скрапленим газом пропаном в кількості 50 тонн.

8. Визначити площу зони хімічного ураження внаслідок аварії на ХНО, що характеризується викидом в атмосферу 5 тонн хлору. Резервуар не обвалований, місцевість відкрита, швидкість вітру в приземному шарі 3 м/с , різниця температур на висотах 50 і 200 см становить -10°C .

9. Визначити енергетичний показник вибухонебезпеки технологічного блоку АЗС (резервуар з бензином об'ємом 8 т). Резервуар має обвалування площею 18 м^2 .

10. Виконати розрахунки зон можливої руйнації та травмування персоналу у випадку вибуху 350 т. парів уайт-спіриту.

11. Обґрунтувати розрахунками, що склад виробництва, на якому в ємностях об'ємом 2 м^3 (6 ємн.) та об'ємом 6 м^3 (4 ємн.) зберігається пропіленгліколь, відноситься до пожежонебезпечної категорії.

12. Розрахувати об'єм зони вибухонебезпечних концентрацій, що можуть утворитися при аварії на АЗС внаслідок розгерметизації з'єднання автоцистерни із зливним пристроєм паливних резервуарів на повний переріз (діаметр 60 мм). Час від моменту виникнення розгерметизації до відключення автоцистерни – 60 с., швидкість заповнення резервуару – $25 \text{ м}^3/\text{год}$. Паливо - бензин А-76.

13. Визначити категорію зовнішньої установки АЗС (вузол зливу нафтопродуктів з автоцистерни до резервуарів) за умови повної розгерметизації автоцистерни з викидом 2,88 тонн бензину, що розливається по поверхні майданчика і випаровується у навколишнє середовище. Максимальна температура навколишнього середовища – $+40^\circ\text{C}$.

14. Визначити швидкість витікання ЛЗР через отвір в апараті при висоті стовпа рідини в апараті $H=5 \text{ м}$, якщо витікання здійснюється самопливом.

15. Визначити об'єм зони вибухонебезпечних концентрацій у випадку повного випаровування бензолу під час пошкодження резервуару, якщо кількість розлитого бензолу m становить 20 кг, нижня концентраційна межа поширення полум'я $\varphi_n = 0,0143$ (об.ч.), молярна маса бензолу $M = 78,11$; молярний об'єм парів бензолу при робочій температурі $V_t = 24,45$ м³/к моль; коефіцієнт безпеки $k_\sigma = 2$.

ПИТАННЯ

для підготовки до іспиту з дисципліни
«Промислова безпека сучасних виробничих технологій»

1. Що розуміють під поняттям «Промислова аварія»?
2. Що розуміють під поняттям «Катастрофа»?
3. Що розуміють під поняттям «Надзвичайна ситуація техногенного характеру»?
4. Класифікація виробничих аварій та катастроф.
5. Охарактеризувати проектні та запроектовані промислові аварії.
6. Види і групи радіаційних аварій та причини їх виникнення.
7. Міжнародна шкала оцінки ядерних подій на АЕС.
8. Класифікація об'єктів господарювання і адміністративно-територіальних одиниць за хімічною небезпекою.
9. Класифікація небезпечних хімічних речовин.
10. Назвати та охарактеризувати ступені хімічної небезпеки.
11. Що розуміють під поняттями «Пожежа» «Вибух»?
12. Класифікація зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
13. Класифікація приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
14. Класифікація будинків за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
15. Класифікація гідротехнічних споруд.
16. Гідродинамічні небезпеки і причини їх виникнення.
17. Причини аварій на об'єктах комунального господарства.
18. Транспортні аварії та причини їх виникнення.
19. Сценарії та схеми виникнення і розвитку аварійної ситуації на промислових об'єктах.
20. Назвати фізико-хімічні параметри, за якими можна оцінити наслідки аварій на промислових об'єктах.
21. Кількісна оцінка маси горючих речовин, що надходять у навколишній простір в результаті виникнення аварійних ситуацій та аварій.
22. Визначення об'єму пожежовибухонебезпечних концентрацій.
23. Визначення параметрів при оцінці наслідків аварій з пожежами та вибухами.
24. Охарактеризувати методики оцінки наслідків аварій на об'єктах техногенної небезпеки.
25. Кількісна оцінка вибухонебезпечності технологічних блоків.
26. Розрахунок енергетичного показника вибухопожежонебезпечності технологічних блоків.
27. Сценарії виникнення та розвитку хімічних аварій.
28. Визначення кількісних характеристик викиду небезпечних хімічних речовин.
29. Визначення полів концентрацій і токсодози.
30. Класифікація та характеристика негативних чинників впливу джерел виробничих аварій на людину та стан довкілля.
31. Визначення термічного впливу на людину і будівельні конструкції при пожежах.
32. Вплив ударної хвилі на людину, будинки та споруди.
33. Негативні чинники токсичного впливу на людину і навколишнє середовище.
34. Визначення зон та масштабів токсичного зараження.

35. Оцінка ймовірності ураження людей при вибуху пожежовибухонебезпечних сумішей.
36. Оцінка ймовірності ураження людини тепловим випромінюванням.
38. Оцінка ймовірності руйнування промислових будинків від вибуху пожежовибухонебезпечних сумішей.
39. Визначення можливих втрат населення в осередку хімічного ураження.
40. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті.
41. Загальні положення оцінки надзвичайної ситуації при радіаційній аварії на атомній електростанції.
42. Визначення дози опромінення персоналу об'єкта, що знаходиться в зонах радіоактивного забруднення.
43. Оцінка радіаційної обстановки.
44. Декларація промислової безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Основні розділи декларації безпеки. Нормативний документ.
45. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки.
46. Індивідуальний, територіальний та соціальний ризик. Дати визначення.
47. Визначення прийнятного ризику.
48. Вимоги до розробки комплексу заходів промислової безпеки.
49. Загальні вимоги до безпеки праці в нафтогазовидобувній галузі. Галузеві норми.
50. Загальні вимоги до безпеки праці в нафтопереробній галузі. Галузеві норми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України, 1.07. 2013 р.
2. ДСТУ 4933:2008 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять.
3. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010, Чинний від 1.01.2011 р.
4. Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій. Наказ МНС України від 12.12.2012 р. № 1400.
5. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» 18.01.2001 р. Із змінами від 16.10.2012р.
6. Порядок ідентифікації та обліку об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 11.07.02. №956. Із змінами згідно Постанови КМУ № 990 від 21.09.2011р.
7. Нормативи порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 11.07.02. №956 (додаток 2 у редакції постанови Кабінету Міністрів України від 21.09.2011 р. N 990)
8. Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 18.12.2000 №338 «Про затвердження Положення про паспортизацію потенційно небезпечних об'єктів» Із змінами від 16.08.2005 р.
9. Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів. Наказ МНС України від 23.02.2006 р за №98.
10. Правила улаштування систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення. Наказ МНС № 288

- від 15.05.2006. Із змінами згідно наказу № 793 Про внесення змін до наказу МНС України від 15.05.2006 N 288 від 3.08.2011 р.
- 11.Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки Наказ Міністерства Праці та Соціальної політики України №637 від 04.12.2002.
 - 12.ГОСТ 12. 1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
 - 13.ГОСТ 12.1.007-76 „Вредные вещества. Классификация и общие требования».
 - 14.ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять». Чинний від 2006-10-01
 - 15.ДБН В.1.2-4-2006. «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)».
 - 16.ДНАОП 0.00-4.33-99 “Положення щодо розробки планів локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій”. Редакція від 14.11.2012
 - 17.Михайлюк О.П., Олійник В.В., Михайлюк А.О. Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки: Навчальний посібник.-Х.:УЦЗУ, 2007.-190 с.
 - 18.Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т.1. Техногенна та природна безпека: Посібник / Під загальною редакцією В.В. Могильниченка.- К.: КІМ, 2007.-636 с.
 - 19.Емельянов В.М., Коханов В.Н., Некрасов П.А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие для высшей школы/Под ред. В.В.Тарасова. – 3-е изд., доп. и испр. – М.: Академический Проект: Трикста, 2005. – 480 с.
 - 20.О.П. Михайлюк, В.В. Олійник, І.Я. Кріса, П.А. Білим, О.О. Тесленко. Пожежна безпека об'єктів підвищеної небезпеки. Навчальний посібник. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – С.249.
 - 21.ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою». Затверджено Наказом від 15.06.2016 № 158 Про прийняття національного стандарту ДСТУ Б В.1.1-36:2016, ДСТУ набуває чинності з 1 січня 2017 року.
 - 22.Шоботов В.М. Цивільна оборона: Навчальний посібник: Вид. 2-ге, перероб. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.
 - 23.Стоєцький В.Ф., Дранишников Л.В., Жартовський В.М., Найверт А.В. Управление техногенной безопасностью объектов повышенной опасности. – Тернополь: Издательство Астон, 2006. – 424 с.
 - 24.Стеблюк М.І. Цивільна оборона: Підручник.- 3-тє видання, перероблене та доповнене.- К.: Знання, 2004.- 490 с.
 - 25.Наказ МНС № 73/82/64/122 від 27.03.2001 Про затвердження Методики прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. Зареєстровано в мінюсті України 10.04.2001 за № 326/5517.

26. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. – К., 2002.

ЛІТЕРАТУРА

що дозволена для використання на екзамені при розв'язанні задач

1. Нормативи порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної безпеки. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 11.07.02. №956 (із змінами згідно наказу КМУ № 990).
2. Наказ МНС України, Міністерства аграрної політики, Міністерства економіки, Міністерства екології й природних ресурсів від 27.03.2001 № 73/82/64/122. Методика прогнозування наслідків розливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті.
3. НПАОП 0.00-1.41-88 Загальні правила вибухобезпеки для вибухопожежонебезпечних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв.
4. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної безпеки Наказ Міністерства Праці та Соціальної політики України №637 від 04.12.2002.
5. Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів. Наказ МНС України від 23.02.2006 р за №98.
6. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2-х кн. /А.Н.Баратов и др. -М.: Химия, 1990. - Кн.1. - 496 с. - Кн.2. -384 с.
7. ГОСТ 12. 1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
8. ГОСТ 12.1.007-76 „Вредные вещества. Классификация и общие требования».
9. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
10. Правила техногенної безпеки у сфері цивільного захисту на підприємствах, в організаціях, установах та на небезпечних територіях. Наказ МНС від 15.08.2007 р. №557.
11. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Под редакцией Н.В.Лазарева и Э.Н.Левиной. Издание 7-е, переработанное и дополненное. – Л.: Химия. 1977.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

**КАФЕДРА ПОЖЕЖНОЇ І ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ
ОБ'ЄКТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

для проведення екзамену

з дисципліни «Промислова безпека сучасних виробничих технологій»

спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»
(шифр і назва спеціальності)
спеціалізація Радіаційний та хімічний захист
(назва спеціалізації)

Харків – 2017

1. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ

- 1.1. До іспиту допускається студент, який не має поточних боргів.
- 1.2. Іспит проводиться в усній формі за білетами.
- 1.3. Іспит приймає комісія у складі двох осіб (лектор та викладач, який проводив протягом семестру практичні та семінарські заняття в групі). До складу комісії може бути включений начальник кафедри або його заступник.
- 1.4. За 10 діб до іспиту комісія зобов'язана видати в навчальні групи питання для підготовки до іспиту.
- 1.5. Напередодні іспиту провести консультацію в навчальних групах (за розкладом навчального відділу).
- 1.6. Указати старості групи на необхідність наявності на іспиті нормативної літератури, що дозволена для використання на іспиті.
- 1.7. В аудиторії, де проводиться іспит, повинні бути:
 - навчальна програма дисципліни;
 - екзаменаційна відомість;
 - завдання та задачі;
 - чисті аркуші паперу, проштамповані печаткою.
- 1.8. В аудиторії при складанні іспиту знаходиться 5 студентів.
- 1.9. Для підготовки до відповіді на білет студентові надається 20 хвилин години.
- 1.10. Оформлення відповіді на білет здійснюється курсантом на чистих аркушах паперу з печаткою за підписом наступним чином:

ЕКЗАМЕНАЦІЙНА РОБОТА

з дисципліни «Промислова безпека сучасних виробничих технологій»
здобувача вищої освіти _____
(прізвище та ініціали)

- 1.8. Екзаменатор має право пояснити студенту зміст завдань та задач.
- 1.9. Знання студентів оцінюються за чотирьохбальною системою.

3. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ

знань під час складання екзамену

з дисципліни «Промислова безпека сучасних виробничих технологій».

Екзамен з дисципліни «Промислова безпека сучасних виробничих технологій» для спеціалістів Національного університету цивільного захисту України передбачає перевірку знань та вміння використовувати отримані знання для визначення основних напрямків забезпечення безпеки об'єктів господарської діяльності та цивільного захисту населення. Дисципліна «Промислова безпека сучасних виробничих технологій» вивчає стан промислової безпеки сучасних потенційно небезпечних об'єктів в Україні, причини та умови виникнення аварійних ситуацій та аварій на промислових об'єктах, пов'язаних з техногенною небезпекою, питання нормативно-правового забезпечення безпеки об'єктів господарської діяльності та цивільного захисту населення.

Шкали оцінювання

Сума балів за 100-бальною шкалою	Оцінка в ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Екзамен, диф. залік	залік
90-100 (та вище з урахуванням необов'язкових завдань)	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
65-79	C		
55-64	D	задовільно	
50-54	E		
35-49	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

Методичну розробку склала
доцент кафедри пожежної і техногенної
безпеки об'єктів та технологій,
к.х.н., доцент

Н.І. Коровникова