

Практична робота №1

Прогнозування та оцінювання інженерної та пожежної обстановки під час аварії на вибухонебезпечних об'єктах

Мета практичного заняття: надати студентам практичні знання в розв'язанні типових задач з прогнозування обстановки, що може скластися на промисловому об'єкті внаслідок вибуху, визначити заходи, спрямовані на недопущення або зменшення заподіяної шкоди і ураження людей.

Умова. На відстані $L = \underline{\hspace{2cm}}$ км від виробничого цеху розташований об'єкт, на якому зберігається $Q = \underline{\hspace{2cm}}$ тонн вибухонебезпечної речовини.

Характеристики елементів цеху:

будівля –

верстати –

кабельні лінії – наземні

контрольно-вимірювальна апаратура – наявна

границі вогнетривкості несучих стін –

границі вогнетривкості перегородок –

Категорія виробництва з пожежної безпеки –

Щільність забудови об'єкту –

Під час аварії з вибухом виробничий цех може потрапити в осередок ураження.

1. Визначення ступенів руйнувань елементів цеху.

Ступінь руйнувань будівлі, споруди чи обладнання залежить від їх міцності та величини надмірного тиску (ΔP_{ϕ}) ударної хвилі. Під час вибуху газоповітряної суміші вуглеводневих продуктів величина надмірного тиску залежить від того в яку фізичну зону вибуху потрапить об'єкт. Таких зон утворюється 3:

Зона I – детонаційної хвилі (знаходиться в районі ЦВ, в межах хмари речовини вибуху) має радіус:

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q} =$$

де Q – кількість вуглеводневого продукту, т

В межах цієї зони надмірний тиск $\Delta P_{\phi} = 1700$ кПа.

Зона II – дії продуктів вибуху (охоплює територію, де розлетілись продукти газоповітряної суміші внаслідок її детонації) має радіус:

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1 =$$

Надмірний тиск в межах цієї зони розраховується за формулою:

$$\Delta P_{\phi} = 1300 \left(\frac{r_1}{R_0} \right)^3 + 50 = \text{кПа}$$

де R_0 – відстань від ЦВ до об'єкта в межах зони II (тобто при $L \leq r_2$ $R_0 = L$).

Зона III – дії повітряної УХ.

Надмірний тиск в межах цієї зони можна визначити за формулою:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{262}{\sqrt{1 + 7,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{L^3}{Q} - 1}} = \text{кПа,}$$

або менш точно можна визначати за допомогою графіків (рис.1)., де

L – відстань до центру вибуху, м;

Q – кількість вибухової речовини, т.

Після визначення величини надмірного тиску ударної хвилі, що очікується в районі цеху, оцінюються ступені руйнувань елементів цеху (будівлі, обладнання, енергетичних мереж). В Додатку 1 наведено перелік елементів цеху та при яких значеннях надмірного тиску вони отримують слабкі, середні, сильні або повні руйнування.

В часткових висновках, користуючись даним Додатку 2, студенти оцінюють характер очікуваних пошкоджень будівлі та обладнання.

Ступінь руйнування будівлі – _____

Характеристика руйнувань будівлі: _____

Ступінь руйнування верстатів – _____

Характеристика руйнувань промислового обладнання: _____

Ступінь руйнування контрольно-вимірювальної апаратури – _____

Ступінь руйнування кабельних ліній – _____

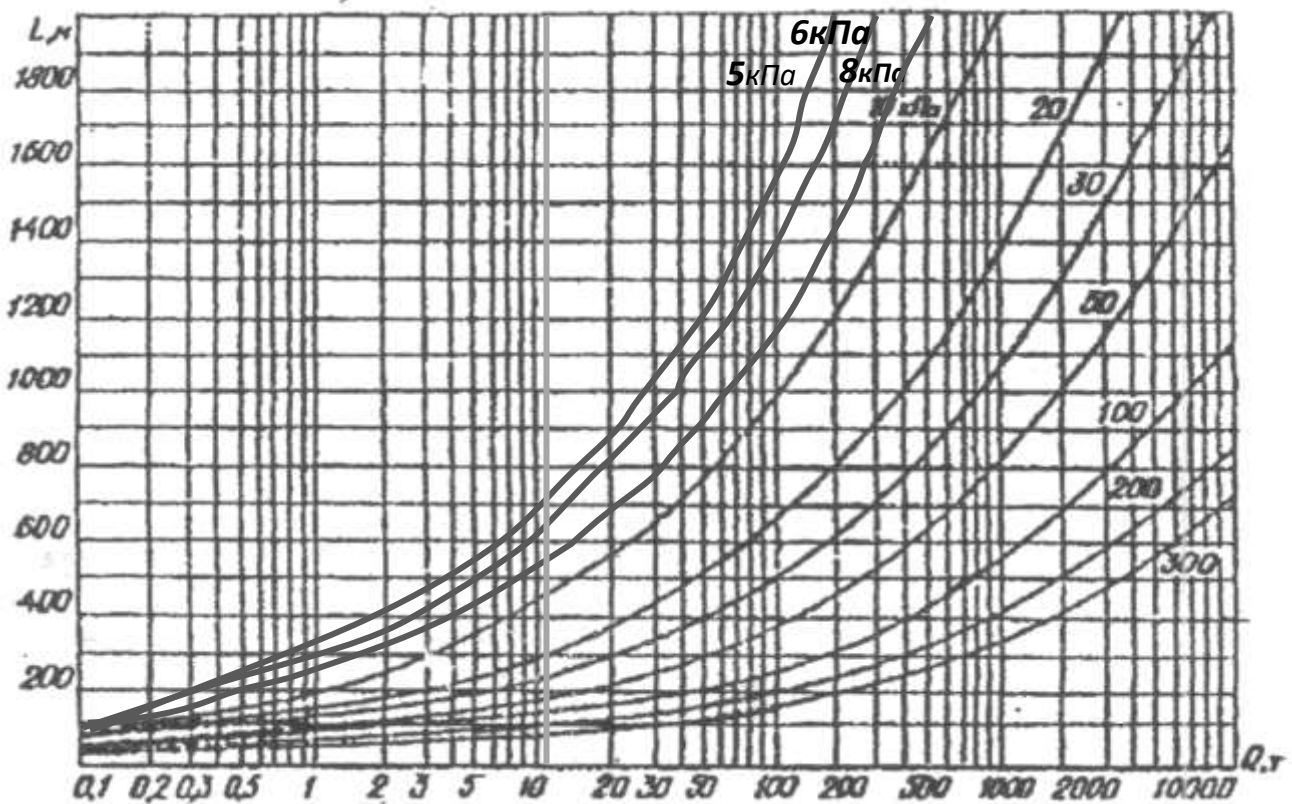


Рис. 1. Графіки надмірного тиску в залежності від маси пропану і відстані до центру вибуху

2. Оцінювання можливих уражень людей.

Ударна хвиля вибуху уражає людей шляхом прямої та непрямой дії. Прямая дія відбувається безпосередньо надмірним тиском ударної хвилі і може викликати травми (табл. 1).

Таблиця 1.

Ступінь ураження людей в залежності від надмірного тиску

№ п/п	ΔP_{ϕ} , кПа	Ступінь травм	Характер уражень
1	20...40	Легкі	Легка контузія організму, часткова втрата слуху, вивихи кінцівок.
2	40...60	Середні	Середні контузії, ураження органів слуху, кровотеча з носу і вух, переломи кінцівок.
3	60...100	Важкі	Сильні контузії, ураження внутрішніх органів і мозку, важкі переломи кісток.
4	> 100	Надважкі	Від отриманих травм більшість людей гине.

Непряма дія ударної хвилі проявляється через ураження людей уламками руйнованих будівель і споруд, розбитим склом та іншими предметами.

Можливі ураження людей, що знаходяться в будівлях, визначаються залежно від ступеню руйнування будівлі, виходячи з того, що:

- при повних руйнуваннях будівель всі люди гинуть;
- при сильних і середніх руйнуваннях може вижити 50%, більша частина буде уражена шляхом прямої дії УХ і додатково непрямой дії – уламками руйнованих будівель та споруд, а також опинитись під завалами;
- при слабких руйнуваннях будівель загибель людей малоімовірна, але частина з них може отримати травми різного ступеню ураження від непрямой дії УХ

Ступінь ураження людей – _____

Характеристика уражень людей: _____

3. Оцінювання очікуваної пожежної обстановки.

Оцінювання пожежної обстановки передбачає визначення характеру пожеж, які можуть виникнути на об'єкті.

Ймовірність виникнення і розповсюдження пожежі на промисловому об'єкті залежить від таких чинників:

- а) ступеня руйнувань будівель і споруд під час вибуху;
- б) категорії пожежної небезпеки виробництва (Додаток 3);
- в) ступеня вогнестійкості будівель і споруд (Додаток 4);
- г) щільності забудови об'єкту (Щ).

$$Щ = \frac{S_{з\text{аб}}}{S_{\text{тер}}} \cdot 100\% = ,$$

де $S_{\text{тер}}$ – площа території об'єкта;
 $S_{\text{з\text{аб}}}$ – забудована площа території об'єкта.

Залежно від зазначених чинників на об'єкті можуть виникати окремі або суцільні пожежі.

Окрема пожежа виникає в окремій споруді і на інші, як правило, не перекидається.

Суцільна пожежа характеризується тим, що упродовж 1...2 годин вогонь охоплює до 90% всіх будівель і споруд об'єкта.

Можлива пожежна обстановка на об'єкті після вибуху оцінюється за допомогою таблиці 2.

Таблиця 2.

№ п/п	Характер забудови та категорія пожежної небезпеки	Ступінь вогнестійкості будівель	$\Delta P_{\text{ф}}$, кПа	Очікувана обстановка	
				Упродовж перших 30 хв.	Через 1-2 години після вибуху
1	Міська забудова або виробництво В, Г, Д категорії пожежної небезпеки.	IV, V	0...20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ \geq 20\%$
			>20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ \geq 10\%$
		III	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ \geq 20\%$
		I, II	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ \geq 30\%$
2	Виробництво А і Б категорії пожежної небезпеки	-	10...50	Окремі пожежі, що швидко перетворюються у суцільні, і супроводжуються вибухами виробничого устаткування.	

Ступінь вогнестійкості – _____

3.2. Очікувана пожежна обстановка :

для виробництва категорії пожежної небезпеки _____, ступеня вогнестійкості будівель – _____, при надмірному тиску _____ кПа і щільності забудови _____ можна очікувати в перші 30 хвилин _____ з переростанням за 1...2 год в _____.

4. Визначення безпечної кількості вибухонебезпечної речовини.

З графіків рис.1 знаходимо точки перетину з кривою, яка відповідає найменшому значенню надлишкового тиску ΔP , при яких починаються будь-які руйнування згідно умов задачі.

Спочатку знайдемо масу пропану, яку можна зберігати цілком безпечно для будівлі, тобто перетин з лінією графіка, яка відповідає $\Delta P_{\phi} = 10 \text{ кПа}$. (найменший надмірний тиск, при якому починаються слабкі руйнування конструкцій зі збірного залізобетону).

$Q_{61} =$

Визначаємо найслабкіше місце на заводі, для цієї задачі - _____

($\Delta P_{\phi \min} =$ _____ кПа). Знаходимо безпечну кількість пропану за графіком рис.1.

$Q_{62} =$

Примітка. Точніші значення можна отримати, перетворивши відповідно формулу для визначення надлишкового тиску.

Додаток 1

Ступінь руйнування елементів об'єкту в залежності від надмірного тиску ударної хвилі ΔP_{ϕ} , кПа

№ п/п	Елементи об'єкту	Ступінь руйнувань			
		Слабкі	Середні	Сильні	Повні
1. Виробничі, адміністративні будівлі та споруди					
1.	Масивні промислові споруди	20...30	30...40	40...50	50...70
2.	Споруди з легким металевим каркасом та безкаркасні	10...20	20...30	30...50	50...70
3.	Промислові будівлі з металевим каркасом і бетонним заповненням	10...20	20...30	30...40	40...50
4.	Споруди зі збірного залізобетону	10...20	20...30	-	30...60
5.	Складські цегляні будівлі	10...20	20...30	30...40	40...50
6.	Цегляні малоповерхові будівлі (один два поверхи)	8...15	15...25	25...35	35...45
7.	Цегляні багатоповерхові будівлі (три поверхи та більше)	8...12	12...20	20...30	30...40
2. Деякі види обладнання					
1.	Верстати важкі	25...40	40...60	60...70	-
2.	Верстати середні	15...25	25...35	35...45	-
3.	Верстати легкі	6...15	-	15...25	-
4.	Крани та кранове обладнання	20...30	30...50	50...70	70
5.	Контрольно-вимірювальна апаратура	5...10	10...20	20...30	30

3. Комунально-енергетичні мережі та споруди

1.	Наземні металеві резервуари та ємності	30...40	40...70	70...90	90
2.	Кабельні підземні мережі	200...300	300...600	600...1000	1000
3.	Кабельні наземні мережі	10...30	30...50	50...60	60
4.	Трубопроводи наземні	20	50	130	-
5.	Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	20...30	30...40	40...50	-

Додаток 2

Характеристика руйнувань будівель і обладнання

№ п/п	Ступінь руйнувань	Виробничі та адміністративні будівлі	Промислове обладнання (верстати, конвеєри, генератори та ін.)
1	Слабкі	Руйнування заповнень дверних та віконних прорізів, зривання покрівлі даху	Пошкодження окремих елементів обладнання, важелів управління, вимірювальних приладів
2	Середні	Руйнування даху, легких внутрішніх перегородок, в капітальних стінах з'являються тріщини	Пошкодження та деформація основних деталей, електропроводки, приладів автоматики, тріщини в трубопроводах
3	Сильні	Значна деформація несучих конструкцій, руйнування більшої частини перекриття і стін	Зміщення з фундаменту і деформація верстатів, тріщини в деталях, розрив кабельних мереж і трубопроводів

Категорії пожежної небезпеки виробництв

Категорія	Приклади виробництв
А	Цехи обробки металевого натрію і калію, водневі станції, склади балонів з горючими газами, склади бензину, приміщення стаціонарних кислотних і лужних акумуляторів та ін.
Б	Цехи по виготовленню вугільного пилю і деревинного борошна, цехи обробки синтетичного каучуку, мазутні господарства електростанцій та ін.
В	Деревообробні цехи, цехи текстильної та паперової промисловості, склади паливо - мастильних матеріалів, закриті склади вугілля, приміщення для зберігання автомобілів та ін.
Г	Ливарні цехи, кузні, зварювальні цехи, цехи гарячої прокатки металів, цехи термічної обробки металів, головні корпуси електростанцій та ін.
Д	Механічні цехи холодної обробки металів, інструментальні цехи, цехи холодної переробки м'ясо – молочної продукції та водоприймальні пристрої електростанцій та ін.

Ступені вогнестійкості будівель

	Несучі стіни	Перекриття міжповерхові і на горищі	Перегородки (несучі)
I	Незгоряємі, 3год.	Незгоряємі, 1,5год.	Незгоряємі, 1год.
II	Незгоряємі, 2,5год.	Незгоряємі, 1год.	Незгоряємі, 0,25год.
III	Незгоряємі, 2год.	Важкозгоряємі, 0,75 год.	Важкозгоряємі, 0,25 год.
IV	Важкозгоряємі, 0,5год.	Важкозгоряємі, 0,25год.	Важкозгоряємі, 0,25год.
V	Згоряємі	Згоряємі	Згоряємі

За ступенем вогнестійкості будинки і споруди поділяють 5 груп:

I і II група — неспалимі (будівлі I групи мають підвищену вогнестійкість несучих конструкцій); при загорянні предметів усередині будинку він охоплюється вогнем не раніше, ніж через 3-4 год;

III – група — неспалимі будинки зі спалимими перекриттями і перебірками; охоплюються вогнем через 2-3 год.;

IV – група — дерев'яні, оштукатурені будинки; охоплюються вогнем через 1,5 год.;

V – група — дерев'яні, неоштукатурені; охоплюються вогнем через 0,5 год.

№ п/п	Найменування та одиниці виміру	ВАРІАНТИ																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	Відстань від цеху до місця аварії (вибуху), км	1,1	1	1	0,9	0,7	0,6	0,7	0,9	0,9	1	1,1	1,2	1,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	0,5	0,6	
2	Маса пропану, т	1000	800	600	400	200	100	400	500	350	500	600	750	1000	100	200	300	300	500	700	700	900	900	80	150	
Характеристики елементів цеху																										
3	Будівля (1 поверхова).	цегляна	зі збірного залізобетону	зі збірного залізобетону	з металевим каркасом	безкар-касна	з легким метал.	зі збірного залізобетону	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом	з металевим каркасом
	Границі вогнетривкості, год	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	0,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2,5	
	несучих стін	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
перегородок	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	
Обладнання, в ерстаті	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	важкі	
Кабельні лінії	Наземні																									
Контрольовимрювальна апаратура																										
В наявності																										
4	Категорія виробництва з пожеж. безпеки	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	
5	Щільність забудови об'єкту, %	12	25	34	23	14	27	31	24	15	21	23	32	16	25	33	22	11	24	36	23	15	21	24	33	