

Практична робота «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.

Література.

1. Г.П. Демиденко та ін. Безпека життєдіяльності. Методичні вказівки до виконання практичних, індивідуальних робіт та домашньої контрольної роботи для студентів технічних спеціальностей. Київ. НТУУ «КПІ». 2008. с.4-13.
2. Г.П. Демиденко та ін. «Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения». Справочник Киев 1989. с.28,71-73, 87-90, 96-102.

Номери варіантів вихідних даних студенти отримують від викладача після роз'яснення методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні розрахунки. По результатах дослідження студенти формують висновки і пропонують рекомендації для зменшення руйнувань елементів виробництва і захисту людей.

Завдання студентам

Умова. На відстані L від виробничого цеху розташований об'єкт, на якому зберігається Q тонн вибухонебезпечної речовини. Під час аварії з вибухом виробничий цех може потрапити в осередок ураження.

Завдання. Оцінити можливі наслідки впливу вибуху на виробничий цех:

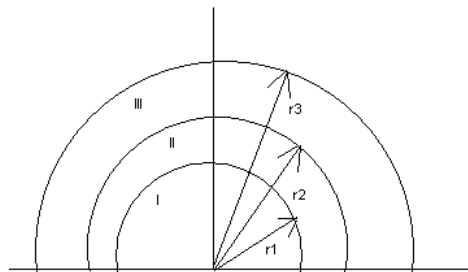
1. Визначити ступінь руйнувань елементів цеху;
2. Оцінити можливі ураження людей, що знаходяться в цеху та поза будівлею;
3. Оцінити очікувану пожежну обстановку;
4. Визначити безпечну кількість вибухонебезпечної речовини для уникнення людських втрат, а також будь-яких руйнувань будівлі,
5. Сформулювати висновки і рекомендації за результатами проведеного дослідження.

1. Визначення ступенів руйнувань елементів цеху.

Ступінь руйнувань будівлі, споруди чи обладнання залежить від їх міцності та величини надмірного тиску (ΔP_{ϕ}) ударної хвилі. Величина надмірного тиску, в свою чергу, залежить від типу і кількості вибухової речовини та відстані від центру вибуху до досліджуваного об'єкта

Методика розрахунку величини надмірного тиску відрізняється для умов вибуху газоповітряної суміші і умов вибуху вибухової речовини.

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:

$$r1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q}$$

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:

$$r2 = 1,7 \cdot r1$$

Надмірний тиск в межах цієї зони розраховується за формулою:

$$\Delta P_{II} = 1300(r_1 / R_0)^3 + 50,$$

де R_0 – відстань від ЦВ до об'єкта в межах зони II (тобто при $L \leq 2 R_0 = L$).

Зона III – дії повітряної УХ.

Надмірний тиск в межах цієї зони можна визначити за формулою:

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

L – відстань до центру вибуху, м;

Q – кількість вибухової речовини, т.

Або менш точно можна визначити за допомогою графіків (рис.1), де

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.

Приклад

Умова. Визначити можливу ступінь руйнування будівлі цеху зі збірного залізо бетону, що знаходиться на відстані 800 м від сховища, де зберігаються 300 тонн зрідженого пропану.

Розв'язання.

1.1. Зона I : виначимо радіус детонаційної хвилі $r_1 = 117 \text{ м} < 800 \text{ м}$.

1.2. Зона II: визначимо радіус дії продуктів вибуху $r_2 = 199 \text{ м} < 800 \text{ м}$.

1.3. Зона III. За формулою знаходимо величину надмірного тиску ударної хвилі на відстані $L = 800 \text{ м}$ від центру вибуху 300 т пропану. Це буде 25,01 кПа.

1.4. З додатку 1 визначаємо, що будівля зі збірного залізобетону від ударної хвилі з надмірним тиском 25 кПа отримає середні руйнування.

Висновок. З розрахунків визначили, що об'єкт потрапив під вплив дії повітряної ударної хвилі.

Під час аварії будівля цеху може отримати середні руйнування. З Додатку 2 визначаємо, що це руйнування даху, внутрішніх перегородок, вибиті двері та вікна, у капітальних стінах можливі тріщини.

Аналогічним чином визначають ступені руйнувань інших елементів цеху.

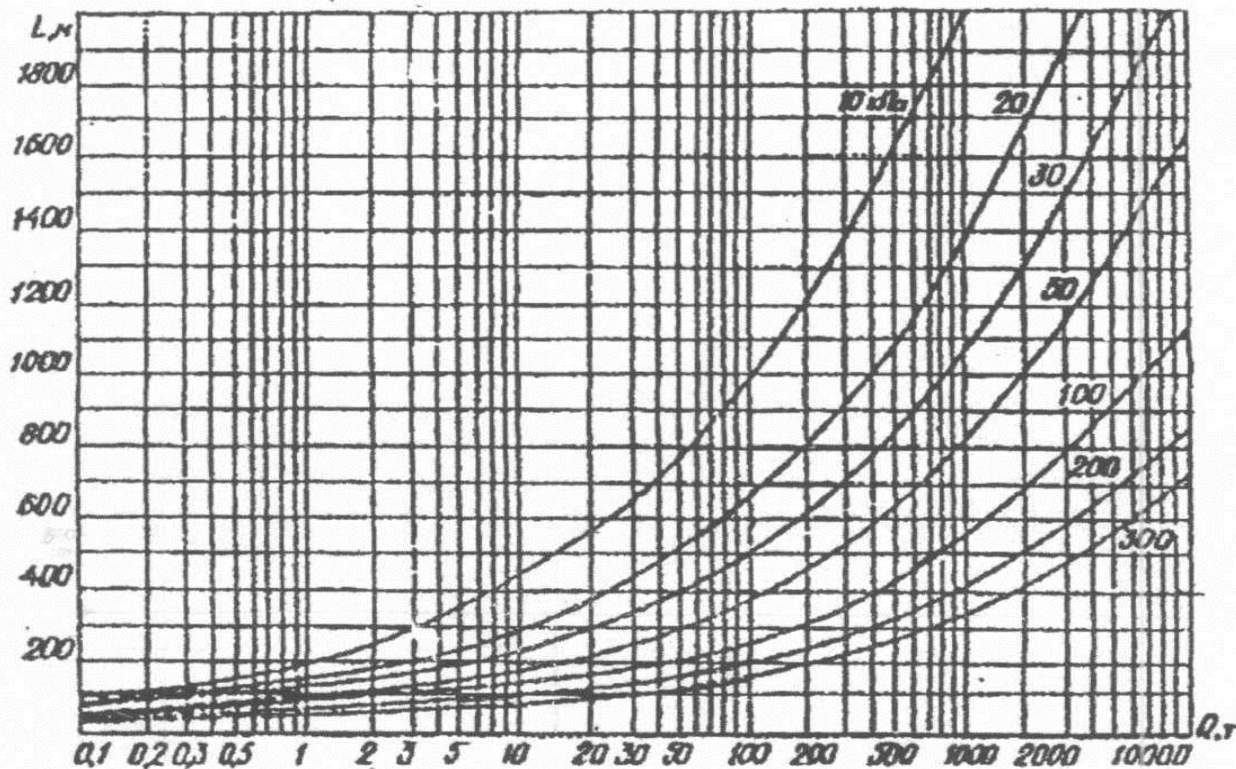


Рис. 1. Графіки надмірного тиску в залежності від маси пропану і відстані до центру вибуху

2. Оцінювання можливих уражень людей.

Ударна хвиля вибуху уражає людей шляхом прямої та непрямої дії. Пряма 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 зруйнованих 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 непрямої дії – уламками зруйнованих 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 непрямої дії УХ

Приклад

Умова. Визначити можливі ушкодження людей, які працюють у цеху зі збірного залізобетону, якщо під час вибуху величина надмірного тиску ударної хвилі в районі цеху 25 кПа.

Розв'язання. 2.1. Оцінюємо ступінь ураження людей в будівлі цеху від надмірного тиску ударної хвилі, яка проникає в приміщення крізь вибиті вікна і двері. З табл.1 визначаємо, що при $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа люди можуть отримати легкі травми при прямій дії вибухової хвилі. Крім того, зруйнована будівля викличе непряму дію ударної хвилі на людей.

2.2. Висновок. Внаслідок прямої дії вибуху

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).

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

де $S_{\text{тер}}$ – площа території об'єкта;

$S_{\text{заб}}$ – 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 за будови 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 $\text{Щ} \geq 20\%$
			>20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $\text{Щ} \geq 10\%$
		III	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $\text{Щ} \geq 20\%$
		I, II	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $\text{Щ} \geq 30\%$
2	Виробництво А і Б категорії пожежної небезпеки	-	10...50	Окремі пожежі, що швидко перетворюються у суцільні, і супроводжуються вибухами виробничого устаткування.	

Приклад

Умова. Оцінити можливу пожежну обстановку після вибуху, якщо в районі розташування цеху очікується надмірний тиск ударної хвилі 25 кПа. Виробництво цеха відноситься до категорії В пожежної небезпеки, будівля цеху зі збірного залізобетону, границя вогнетривкості несучих стін - 2 год., несучих перегородок – 0,25 год. Щільність за будови об'єкта 23%.

Розв'язання.

3.1. Визначаємо ступінь вогнестійкості будівлі цеху. З додатку 4 визначаємо, що будівля з незгоряемого матеріалу, з наведеними значеннями вогнетривкості несучих стін і перегородок має III ступінь вогнестійкості.

3.2. Оцінюємо очікувану пожежну обстановку. З табл. 2 визначаємо, що для виробництва категорії пожежної небезпеки В, ступеня вогнестійкості будівель – III, при надмірному тиску 25 кПа і щільності за будови більше 20% можна очікувати в перші 30 хвилин окремі пожежі з переростанням за 1...2 год в суцільну.

Висновок. Після вибуху в районі розташування цеху очікуються ...

4. Визначення безпечної кількості вибухонебезпечної речовини для уникнення людських втрат, а також будь-яких руйнувань будівлі.

З графіків рис.1 знаходимо точки перетину з кривою, яка відповідає найменшому значенню надлишкового тиску ΔP , при яких починаються руйнування будівлі.

4.1. Спочатку знайдемо масу пропану, яку можна зберігати цілком безпечно для будівлі. Див.на рис.1 перетин лінії на рівні 800м з кривою графіка, яка відповідає $\Delta P_{\text{ф}} = 10$ кПа . (найменший надмірний тиск, при якому починаються слабкі руйнування конструкцій зі збірного залізобетону), тобто менше 55т.

4.2. Аналогічно для уникнення втрат людей маса пропану має бути менше 200 т

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

5. Загальні висновки і рекомендації

Підбиваючи підсумки проведених досліджень треба показати:

1. Яка величина надмірного тиску ударної хвилі очікується в районі розташування цеху;
2. Які очікуються руйнування елементів цеху;
3. Які можливі ураження працюючих людей;
4. Яка пожежна обстановка може скластися в районі розташування цеху.

Отримані в ході дослідження результати занести в звіт (додаток 5)

Приклад заповнення звіту:

Вихідні дані:

1. Відстань від цеху до міста аварії (вибуху) – **800 м**
2. Маса пропану – **300 т**
3. Характеристики елементів цеху:
 - будівля – **зі збірного залізо бетону**
 - верстати – **важкі**
 - кабельні лінії – **наземні**
 - контрольно-вимірювальна апаратура – **наявна**
 - границі вогнетривкості несучих стін – **2 год**
 - границі вогнетривкості перегородок – **0,25 год**
4. Категорія виробництва з пожежної безпеки – **B**
5. Щільність забудови об'єкту – **23%**

Розрахункова частина:

1.1. Зона I : $r_1 = 117\text{ м}$; менше

1.2. Зона II: $r_2 = 199\text{ м}$; менше

Висновок: **об'єкт опиниться за межами цих зон, тобто у зоні повітряної ударної хвилі (зона III)**

1.3. $\Delta P_{\phi} = 25,01, \text{ кПа}$

1.4.1. Ступінь руйнування будівлі – **середня**

Характеристика руйнувань будівлі:

Руйнування даху, легких внутрішніх перегородок, в капітальних стінах з'являються тріщини

1.4.2. Ступінь руйнування верстатів – **слабкі**

Характеристика руйнувань промислового обладнання:

Пошкодження окремих елементів обладнання, важелів управління, вимірювальних приладів

1.4.3. Ступінь руйнування контрольно-вимірювальної апаратури – **сильні**

1.4.4. Ступінь руйнування кабельних ліній – **слабкі**

2.1. Оцінювання можливих уражень людей: **від прямої дії можливі слабкі ураження, що характеризується легкою контузією організму, частковою втратою слуху, вивихами кінцівок; від непрямої дії...**

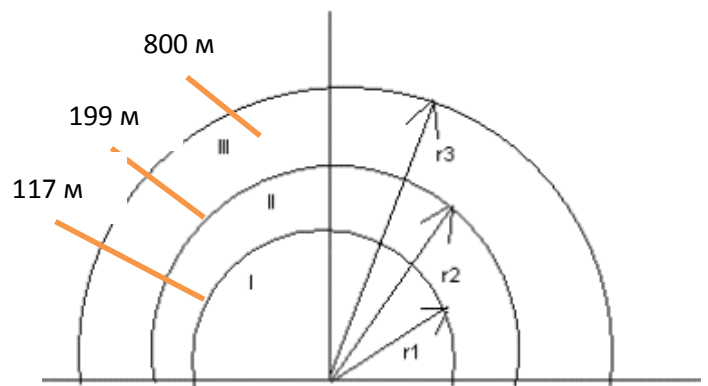
3.1. Ступінь вогнестійкості – **III ступінь вогнестійкості**

3.2. Очікувана пожежна обстановка

для виробництва категорії пожежної небезпеки B, ступеня вогнестійкості будівель – III, при надмірному тиску 25 кПа і щільності забудови більше 20% можна очікувати в перші 30 хвилин окремі пожежі з переростанням за 1...2 год в суцільну.

4. Безпечна кількість вибухової речовини для уникнення будь-яких руйнувань будівлі- **менше 55 т**

5. Висновки: На відстані 800 м від цеху стався вибух пропану, що призвело до руйнувань будівлі, елементів цеху, постраждали люди. В першу чергу треба сповістити про НС ... (написати основні рятувальні невідкладні роботи при вибухах і пожежах, а також загальні рекомендації щодо заходів, направлених на зменшення негативних наслідків в разі настання надзвичайної події)



Серед рекомендацій, спрямованих на зменшення заподіяної шкоди та уражень людей, можуть бути такі:

- 1) укріпити будівлю установленням додаткових колон, ферм, підкосів;
- 2) верстати надійно закріпити на фундаменті, установити захисні навіси або ковпаки;
- 3) кабельні лінії прокласти під землею;
- 4) створити 50% запас контрольно-вимірювальної апаратури;
- 5) установити на вікнах захисні металеві сітки, щоб розбите скло не потрапляло в приміщення цеху;
- 6) установити і регулярно контролювати стан вогнегасників та інших протипожежних систем;
- 7) порушити питання перед відповідними органами про зменшення запасу вибухонебезпечної речовини до безпечної кількості.

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	-

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 пилу 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

П 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.

ПРИМІТКА: Цифрами позначено границю вогнетривкості, що визначається часом від початку впливу вогню на конструкцію до моменту виникнення у ній скрізних тріщин або досягнення температури 200 °C на її протилежній поверхні.

Звіт по практичній роботі №1 з цивільного захисту на тему

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

Прізвище, ініціали _____ група _____

номер варіанту _____

Вихідні дані:

1. Відстань від цеху до міста аварії (вибуху) –
2. Маса пропану –
3. Характеристики елементів цеху:
 - будівля –
 - верстати –
 - кабельні лінії – наземні
 - контрольно-вимірювальна апаратура – наявна
 - границі вогнетривкості несучих стін –
 - границі вогнетривкості перегородок –
4. Категорія виробництва з пожежної безпеки –
5. Щільність забудови об'єкту -

Розрахункова частина:**1.1. Зона I : r1=****1.2. Зона II: r2=**

$$1.3. \Delta P_{\phi} = \frac{262}{\sqrt{1 + 7,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{L^3}{Q}} - 1} =$$

1. 4.1. Ступінь руйнування будівлі –

Характеристика руйнувань будівлі:

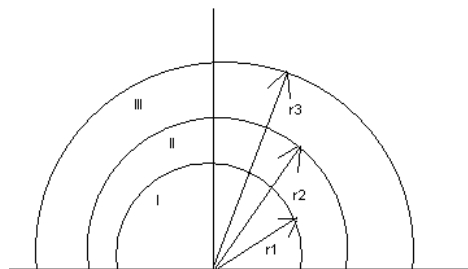
1.4.2.. Ступінь руйнування верстатів –

Характеристика руйнувань промислового обладнання:

1.4.3. Ступінь руйнування контрольно-вимірювальної апаратури –**1.4.4.** Ступінь руйнування кабельних ліній –**2.1.** Оцінювання можливих уражень людей

Пряма дія:

Непряма дія:

3.1. Ступінь вогнестійкості (додаток 4)–**3.2.** Очікувана пожежна обстановка**4.** Безпечна кількість вибухової речовини для уникнення руйнувань будівлі -**5. Загальні висновки і рекомендації** (написати на звороті)

Додаток 6

Вихідні дані

№ 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	1,0	0,9	0,9	0,8	0,6	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	0,4	0,5		
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		
3	Характеристики елементів цеху																										
	Будівля (1 поверхова).	цегляна			зі збірного залізобетону				з металевим каркасом і залізобетонним заповненням				безкар- касна		з легким метал. каркасом			зі збірного залізобетону			з металевим каркасом і залізобетонним заповненням			цегляна			
	Границі вогне- тривкості, год																										
	несучих стін	2,5	2	2,5	2	2,5	2,5	2	2,5	2	2,5	2	0,5	2	2,5	2	2,5	2	2	2,5	2,5	2,5	2	2	2,5		
	перекриттів	1	0,75	1	0,25	1	1	0,25	1	0,25	1	0,25	0,25	0,25	1	0,25	1	0,25	0,25	1	1	1	0,25	0,25	1		
	Обладнання: верстати	важкі		середні		легкі		середні		легкі		середні		важкі		середні		легкі		середні		важкі		середні			
	Кабельні лінії	Наземні																									
	Контрольно- вимірювальна апаратура	В наявності																									
4	Категорія виробництва з пожеж. небезпеки	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		