

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра «Охорони праці, промислової та цивільної безпеки»

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЗАВДАННЯ
ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 1.1
З ДИСЦИПЛІНИ "БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ"**

**Тема: Прогнозування та оцінювання інженерної та пожежної обстановки
під час аварії на вибухо небезпечних об'єктах**

Київ 2012

1. Методичні вказівки

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 ним методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні розрахунки. По результатах дослідження студенти формулюють висновки і пропонують рекомендації для зменшення руйнувань елементів виробництва і захисту людей.

Звіт про виконану роботу оформлюють на аркушах А4 у вигляді звіту за такою формою:

- 1) індекс групи, прізвище та ім'я студента, назва виконаної роботи і номер варіанту;
- 2) алгоритм розв'язання задач з розрахунками;
- 3) підсумкова таблиця;
- 4) висновки і рекомендації.

2. 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.

Визначити:

1. Які очікуються руйнування елементів цеху?
2. Як може вплинути вибух на працівників цеху?
3. Яка пожежна обстановка очікується в районі розташування цеху?
4. Рекомендації спрямовані на недопущення або зменшення уражень людей та руйнувань елементів цеху.

3. Методичні матеріали

Дуже небезпечними за своїми наслідками є аварії на промислових об'єктах, зв'язані з вибухами і пожежами. Вибухи можливі не тільки на об'єктах, які мають вибухові речовини (тротил, тетрил, гексоген та ін.), але й на об'єктах, де в процесі виробництва можуть створюватись вибухонебезпечні газоповітряні суміші вуглеводневих сполук (пропану, метану, бутану та ін.).

Наслідками таких вибухів є руйнування будівель і споруд, обладнання, енергетичних систем а також виникнення пожеж і ураження людей.

Алгоритм оцінювання наслідків вибуху такий:

- 1) визначення ступенів руйнувань елементів цеху;
- 2) оцінювання можливих уражень людей;
- 3) оцінювання очікуваної пожежної обстановки;
- 4) формулювання висновків і рекомендацій по результатах проведеного дослідження.

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.

А. Під час вибуху газоповітряної суміші вуглеводневих продуктів надмірний тиск ударної хвилі розраховується за формулою:

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

або визначається за допомогою графіків (рис.1), де

L – відстань до центру вибуху, м;

Q – кількість вибухової речовини, т.

Б. Під час вибуху вибухової речовини (тротилу, пікринової кислоти, тетрилу, гексогену) величину надмірного тиску розраховують за формулою:

$$\Delta P_\phi = \left(1,05 \frac{\sqrt[3]{Q}}{L} + 43 \frac{\sqrt[3]{Q^2}}{L^2} + 1400 \frac{Q}{L^3} \right) \cdot 10^3, \text{кПа,}$$

де $Q = K_{BP} \cdot Q_{BP}$

$$K_{BP} = \begin{cases} 1,0 - \text{тротил} \\ 0,97 - \text{пікринова кислота} \\ 1,08 - \text{тетрил} \\ 1,28 - \text{гексоген} \end{cases}$$

K_{BP} - коефіцієнт, що враховує тип вибухової речовини;

Q_{BP} - кількість заданої у вихідних даних відповідної вибухової речовини у тонах.

Значення величини надмірного тиску можна визначити за допомогою графіка (рис.2)

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.

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. З графіків (рис.1)) знаходимо величину надмірного тиску ударної хвилі на відстані L = 800 м від центру вибуху 300 т пропану. Це буде 25 кПа.
2. З додатку 1 визначаємо, що будівля зі збірного залізобетону від ударної хвилі з надмірним тиском 25 кПа отримає середні руйнування.

Висновок. Під час аварії з вибухом 300 тонн пропану 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.

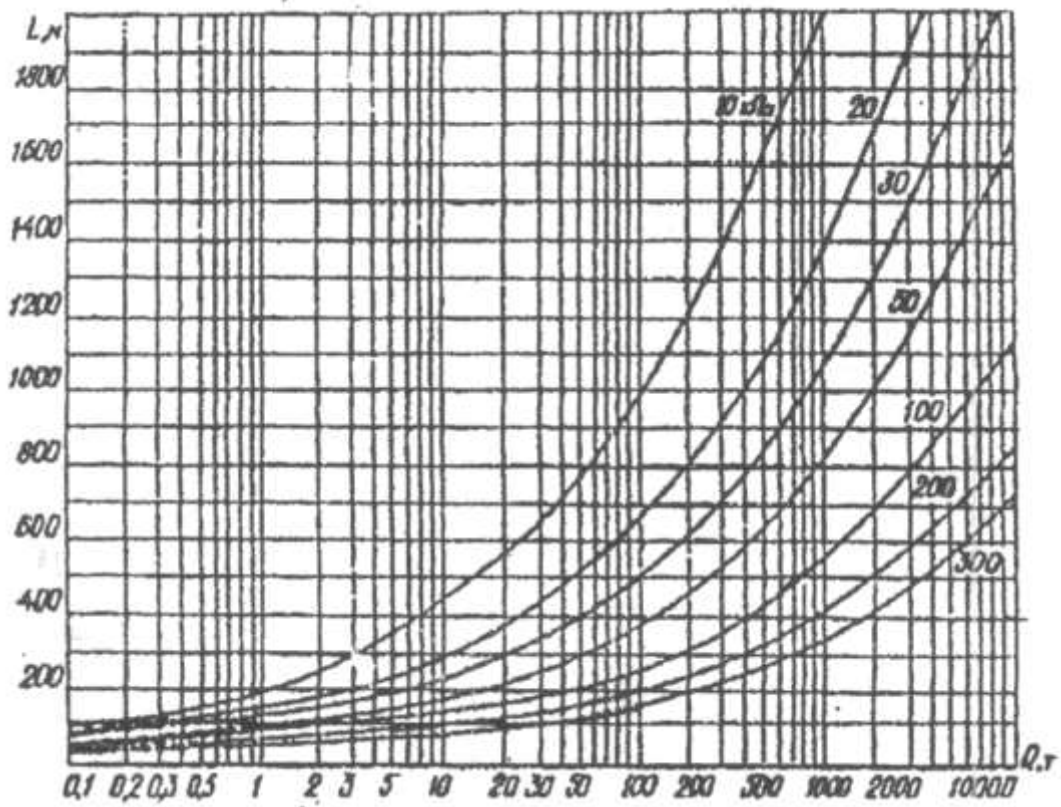


Рис. 1. Графіки надмірного тиску в залежності від маси пропану і відстані до центру вибуху

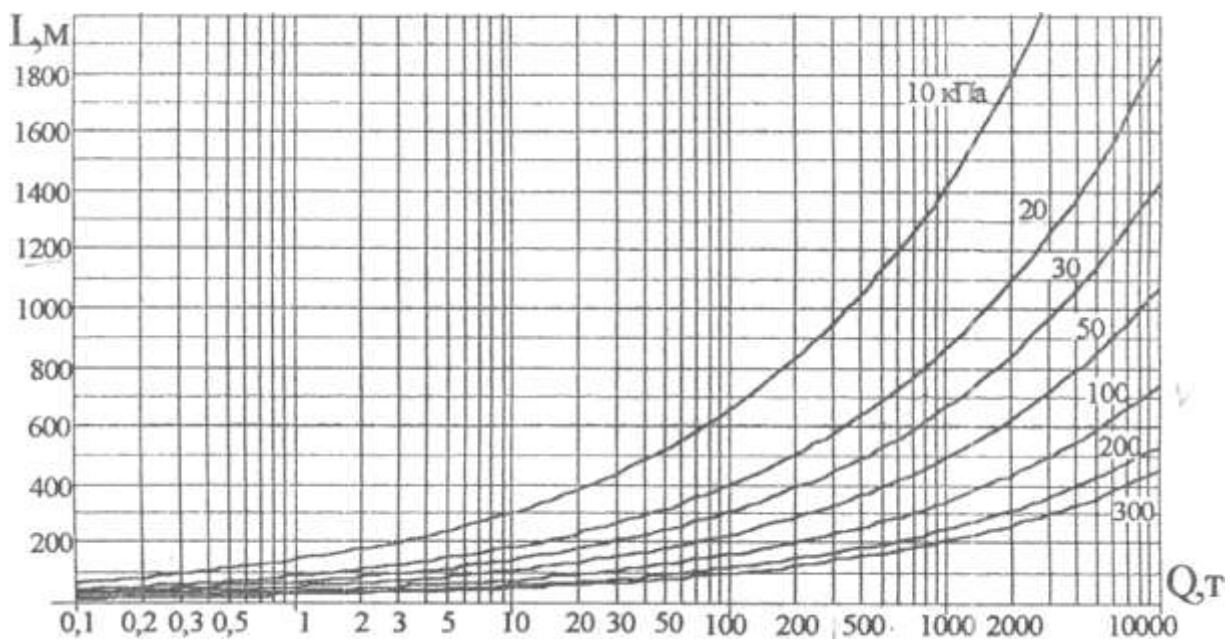


Рис.2. Графіки залежності надмірного тиску від кількості тротилу і відстані до центру вибуху

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 зруйнованих будівель і споруд, розбитим склом та іншими предметами. Радіус непрямого впливу на людей значно перевищує радіус прямої дії і досягає зон з надмірним тиском 3 кПа.

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 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 непрямой 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. 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. Крім того, зруйнована будівля викличе непряму дію ударної хвилі на людей.

Висновок. Завдяки прямої та непрямой дії ударної хвилі виробничий персонал цеху може отримати легкі травми та пошкодження уламками скла і елементами зруйнованих конструкцій цеху.

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 $\text{Щ} \geq 20\%$
			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 цеху відноситься до категорії В пожежної небезпеки, будівля цеху зі збірного залізобетону, границя вогнетривкості несучих стін - 2 год., несучих перегородок - 0,25 год. Щільність забудови об'єкта 23%.

Розв'язання.

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.
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 забудови 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 окремі пожежі з подальшим переростанням їх в суцільну пожежу.

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.

Ці результати краще звести 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. $\Delta P_{\phi} = 25, \text{кПа}$

2. Ступінь руйнування будівлі – **Середня**

Характеристика руйнувань будівлі:

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

3. Ступінь руйнування верстатів – **слабкі**

Характеристика руйнувань промислового обладнання:

Пошкодження окремих елементів обладнання, важелів управління, вимірювальних приладів

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

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

6. Ступінь ураження людей – **слабкі**

Характеристика уражень людей:

Легкі травми та пошкодження уламками скла та зруйнованих конструкцій

7. Ступінь вогнестійкості – **III ступінь вогнестійкості**

8. 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.

9. Безпечна відстань - **2 км**

10. Безпечна кількість вибухової речовини - **50 т**

Серед рекомендацій, спрямованих на зменшення заповдіяної 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-вимірвальна 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, вимірвальних 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

ПРИМІТКА: Цифрами позначено границю вогнетривкості, що визначається часом від початку впливу

	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

вогню на конструкцію до моменту виникнення у ній скрізних тріщин або досягнення температури 200 °С 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 вибухо небезпечних 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:

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

2. Ступінь руйнування будівлі –
- Характеристика руйнувань будівлі:

3. Ступінь руйнування верстатів –
- Характеристика руйнувань промислового обладнання:

4. Ступінь руйнування контрольно-вимірювальної апаратури –
5. Ступінь руйнування кабельних ліній –
6. Ступінь ураження людей –
- Характеристика уражень людей:

7. Ступінь вогнестійкості –
8. Очікувана пожежна обстановка

9. Безпечна відстань -
10. Безпечна кількість вибухової речовини -