



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до розрахунково-графічної роботи *«Розрахунок зон ураження від вибухів і пожеж, що виникли у наслідок надзвичайної ситуації техногенного характеру або терористичного акту»* з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» для студентів усіх спеціальностей та форм навчання

Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи «Розрахунок зон ураження від вибухів і пожеж, що виникли у наслідок надзвичайної ситуації техногенного характеру або терористичного акту» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» для студентів усіх спеціальностей та форм навчання / Укл.: М. О. Журавель, О. Б. Курков, С. М. Журавель – Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 19 с.

Укладачі: М. О. Журавель, ст. викл.
О. Б. Курков, ст. викл.
С. М. Журавель, ст. викл.

Рецензент: М. І. Лазуткін, к.т.н. доцент

Відповідальний за випуск: Ю. І. Троян, асистент

Затверджено
на засіданні кафедри «Охорони праці і
навколишнього середовища»
Протокол № 08 від 18.04.2019 р.

Рекомендовано до видання
НМК Факультету будівництва,
архітектури та дизайну
Протокол № 07 від 01.07.2019 р.

ЗМІСТ

1. Мета роботи	4
2. Загальні відомості	4
3. Порядок виконання розрахунків	9
3.1 Алгоритм розрахунків при вибуху газоповітряної суміші	9
3.2 Алгоритм розрахунків при вибуху парів бензину	10
3.3 Алгоритм розрахунків при вибуху вибухових речовин	11
3.4 Приклади виконання розрахунків	12
4. Рекомендована література	15
Додаток А – План звіту розрахунково-графічної роботи	16
Додаток Б – Залежність ступеня негативного впливу на людину, від величини надлишкового тиску (ΔP_{ϕ} , $\kappaПа$)	16
Додаток В – Ступеня руйнувань об'єктів в залежності від значення надлишкового тиску (ΔP_{ϕ} , $\kappaПа$)	17
Додаток Г – Варіанти вихідних даних	18
Додаток Д – Зразок титульного аркуша розрахунково-графічної роботи	19

1 МЕТА РОБОТИ

При виконанні розрахунково-графічної роботи необхідно:

- ознайомитися з оцінкою інженерної та пожежної обстановки в зонах ураження, які виникають під час техногенних вибухів;
- ознайомитися з методикою розрахунків значень вражаючих факторів та визначення наслідків від вибухів газоповітряних сумішей, пароповітряних сумішей та вибухових речовин;
- провести розрахунки щодо визначення значень вражаючих факторів вибухів газоповітряних сумішей, пароповітряних сумішей та вибухових речовин;
- скласти схему зон дії ударної хвилі при вибуху газоповітряної суміші, у відповідності до розрахунку;
- зробити висновки та пропозиції.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Однією із причин великих виробничих аварій і катастроф є вибухи, які на промислових підприємствах супроводжуються обвалом і деформаціями споруд, пожежами, виходами з ладу енергосистем. Найчастіше спостерігаються вибухи котлів в котельнях, газів, апаратів, продукції і напівфабрикатів на хімічних підприємствах, парів бензину та інших складових палива, лакофарбових розчинників, нерідкі випадки вибуху побутового газу.

Причинами вибухів промислового газу, газоповітряних сумішей, вугільного або дерев'яного пилу можуть бути: відкритий вогонь, електрична іскра, в тому числі від статичної електрики, а також терористичний акт.

Пожежа – це неконтрольований процес горіння, що супроводжується знищенням матеріальних цінностей і створює небезпеку для життя людей.

Вторинними наслідками пожеж можуть бути:

- вибухи і витoki отруйних або забруднюючих речовин у навколишнє середовище;
- вода, яка застосовується для гасіння пожежі може завдати великих збитків приміщенням і предметам, що не постраждали від вогню.

В залежності від матеріалу, що горить пожежі підрозділяються на наступні класи:

- А – пожежа, що супроводжуються горінням твердих матеріалів, зазвичай органічного походження, під час горіння яких, як правило, утворюються тліючі вуглини;

- В – пожежа, що супроводжуються горінням рідин або твердих речовин, які переходять у рідкий стан;

- С – пожежа, що супроводжуються горінням газів;

- D – пожежа, що супроводжуються горінням металів;

- F – пожежа, що супроводжуються горінням речовин, які використовують для приготування їжі (рослинні або тваринні масла та жири) і містяться в кухонних приладах;

- E – горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В.

За масштабами і інтенсивністю пожежі підрозділяються на:

- окремі;

- суцільні;

- масові;

- вогняні шторми.

Окрема пожежа – це пожежа, що виникла в окремому будинку чи споруді.

Пересування людей і техніки по забудованій території між окремими пожежами можливе без засобів захисту від теплового впливу.

Суцільна пожежа – це одночасне інтенсивне горіння переважної кількості будинків і споруд на даній ділянці забудови.

Пересування людей і техніки через ділянку суцільної пожежі неможливе без засобів захисту від теплового випромінювання.

Вогняний шторм – це особлива форма суцільної пожежі що поширюється.

Характерними ознаками вогняного шторму є:

- наявність висхідного потоку продуктів згорання і нагрітого повітря;

- приплив свіжого повітря з усіх боків зі швидкістю не менше 50 км/год, у напрямку до межі вогняного шторму.

Масова пожежа – це сукупність окремих і суцільних пожеж.

Інтенсивність пожежі багато в чому залежить від вогнестійкості об'єктів та їх складових частин, а також від пожежної безпеки технологічних процесів виробництва в місці її виникнення.

Вогнестійкість будинку – здатність чинити опір впливу високих температур при збереженні своїх експлуатаційних властивостей. Вогнестійкість будинків залежить від меж вогнестійкості і основних конструктивних частин.

Межа вогнестійкості конструкції – це час у годинах, протягом якого конструкція виконує свої функції в умовах пожежі (тобто не згорає, не тріскається, не деформується або поки температура на протилежній загорянню стороні не стане понад 140 °С).

Межа вогнестійкості конструкції залежить від:

- поперечного перерізу;
- товщини захисного шару;
- займистості будівельних матеріалів;
- здатності зберігати свої властивості при впливі високих температур.

За ступенем вогнестійкості, відповідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», будинки і споруди поділяють на 5 груп:

- до I і II груп – належать неспалимі при загорянні предметів у середині будинки, які охоплюються вогнем не раніше ніж через 3-4 години (будівлі I групи мають підвищену вогнестійкість несучих конструкцій);

- до III групи – належать неспалимі будинки зі спалимими перекриттями і перебірками, які охоплюються вогнем через 2-3 години;

- до IV групи – належать дерев'яні, оштукатурені будинки, які охоплюються вогнем через 1,5 години;

- до V групи – належать дерев'яні, не оштукатурені будинки, які охоплюються вогнем через 0,5 години.

Пожежанебезпечний об'єкт (ПНО) – це об'єкт, на якому виробляються, зберігаються або транспортуються продукти, що набувають при певних умовах (аваріях, ініціюванні і т.п.) здатність до загорання.

До пожежанебезпечних відносяться об'єкти нафтової, газової, хімічної, металургійної, лісової, деревообробної, текстильної та хлібопекарської промисловості.

Вибухонебезпечний об'єкт (ВНО) – це об'єкт, на якому зберігаються, використовуються, виробляються або транспортуються речовини, що набувають при певних умовах здатність до вибуху.

До вибухонебезпечних об'єктів відносяться: підприємства оборонної, нафтовидобувної, нафтопереробної, нафтохімічної, хімічної, газової, хлібопродуктової, текстильної і фармацевтичної промисловості, а також склади зріджених газів, легкозаймистих і горючих рідин.

Особливу небезпеку, з погляду можливих втрат і збитків, становлять вибухи.

Вибух – це звільнення великої кількості енергії в обмеженому об'ємі за короткий проміжок часу.

Вибух призводить до утворення сильно нагрітого газу (плазми) з високим тиском, що при миттєвому розширенні здійснює ударний механічний вплив на навколишні тіла.

Характерними рисами вибухів пароповітряних та паливоповітряних сумішей є:

- виникнення різних типів вибухів: детонаційного, дефлаграційного або комбінованого (найбільш розповсюджений);
- утворення п'яти зон ураження: детонаційної (бризантної), дії продуктів вибуху (вогняної кулі), дії ударної хвилі, теплового ураження та токсичного задимлення;
- залежність потужності вибуху від параметрів середовища, у якому відбувається вибух (температура, швидкість вітру, щільність забудови та рельєф місцевості).

Для реалізації комбінованого або детонаційного вибуху для газоповітряних та пароповітряних сумішей (ГПС і ППС) обов'язковою умовою є створення концентрації продукту горіння в повітрі в межах нижньої та верхньої концентрації межі.

Детонація – це процес вибухового перетворення речовини з надзвуковою швидкістю.

Дефлаграція – це вибухове горіння з дозвуковою швидкістю.

Зона горіння – це частина простору, у який утворюється полум'я або повітряна куля з продуктів горіння.

Зона дії ударної хвилі – це територія, в межах якої можливі руйнування, пошкодження будівель та споруд, а також завдання шкоди людині через надмірний тиск ударної хвилі.

Дія ударної хвилі на елементи споруд характеризуються складним комплексом навантажень: прямий тиск, тиск відбиття, тиск обтікання, тиск затікання, навантаження від сейсмовибухових хвиль.

Дію ударної хвилі прийнято оцінювати надлишковим тиском у фронті ударної хвилі ΔP (кПа).

Зона теплового ураження – це частина простору, що примикає до зони горіння, у якому відбувається загорання чи зміна стану матеріалів і конструкцій та вражаюча дія на незахищених людей.

Зона токсичного задимлення – це частина простору, що включає усі зони ураження при вибухах пароповітряних та паливо-повітряних сумішей.

Основними вражаючими факторами вибуху є: повітряна ударна хвиля та осколкові поля.

Повітряна ударна хвиля – виникає при ядерних вибухах, вибухах речовин, які ініціюють і детонують, при вибухових перетвореннях хмар паливно-повітряних сумішей, вибухах резервуарів з перегрітою рідиною і резервуарів під тиском.

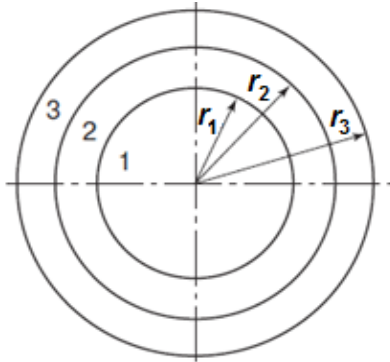
Осколкові поля – утворюються при вибуху уламками різного роду предметів технологічного устаткування, будівельних деталей тощо.

Згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», у залежності від характеристики використовуваних чи одержуваних у виробництві речовин і їх кількості, виробничі будівлі і склади за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою підрозділяються на 5 категорій (А, Б, В, Г, Д):

- «А» – вибухопожежонебезпечні виробництва;
- «Б» – вибухопожежонебезпечні виробництва;
- «В» – пожежонебезпечні виробництва;
- «Г» – помірно пожежонебезпечні виробництва;
- «Д» – знижено пожежонебезпечні виробництва.

Найбільш небезпечним і найбільш розповсюдженим явищем вибуху поза приміщенням є вибух газопароповітряної суміші.

При вибуху газоповітряної суміші утворюються три зони, рис. 2.1.



1. Зона детонаційної хвилі, $r_1, \Delta P_1$;
2. Зона дії продуктів вибуху, $r_2, \Delta P_2$;
3. Зона повітряної ударної хвилі, $r_3, \Delta P_3$;

Рисунок 2.1 – Зони дії ударної хвилі при вибуху газоповітряної суміші

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКІВ

3.1 Алгоритм розрахунків при вибуху газоповітряної суміші

1. Визначаємо зону детонаційної хвилі з постійним значенням надлишкового тиску $\Delta P_1 = 1700 \text{ кПа}$ і радіусом r_1 за формулою:

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \text{ м}; \quad (3.1)$$

де Q маса газу, що вибухнув (m);

2. Визначаємо зону дії продуктів вибуху радіусом r_2 за формулою:

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1, \text{ м}; \quad (3.2)$$

3. Визначаємо надлишковий тиск в межах зони r_2 за формулою:

$$\Delta P_2 = 1300 \cdot \left(\frac{r_1}{r} \right)^3 + 50 \text{ кПа}; \quad (3.3)$$

де r – відстань від епіцентру вибуху до даного об'єкту, що розташований у зоні.

4. Визначаємо допоміжний коефіцієнт Ψ за формулою:

$$\Psi = 0,24 \cdot \frac{r}{r_1} \quad (3.4)$$

5. Визначаємо значення надлишкового тиску у зоні повітряної ударної хвилі r_3 ($r_3 = r$) за формулами:

$$\text{при } \Psi \leq 2, \quad \Delta P_3 = \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + 29,8 \cdot \Psi^3} - 1)} \text{ кПа}; \quad (3.5)$$

$$\text{при } \Psi > 2, \quad \Delta P_3 = \frac{22}{\Psi \cdot \sqrt{\lg \Psi + 0,158}} \text{ кПа}; \quad (3.6)$$

6. За результатами розрахунків складаємо схему зон дії ударної хвилі при вибуху газоповітряної суміші (рис. 2.1), наносимо її на карту або план місцевості та робимо висновки про можливі наслідки, використовуючи додатки B та B .

3.2 Алгоритм розрахунків при вибуху парів бензину:

1. Визначаємо об'єм резервуара, заповнений парами, за формулою:

$$V_{\text{пар}} = V_{\text{рез}} - V_{\text{бенз}}; \quad (3.7)$$

де $V_{\text{пар}}$ – об'єм пару в ємності, м^3 ;

$V_{\text{рез}}$ – об'єм резервуара, м^3 ;

$V_{\text{бенз}}$ – об'єм бензину в резервуарі, (м^3), рівний об'єму резервуара ($V_{\text{рез}}$), помноженому на відсоток його заповнення ($\%_{\text{заповн.}}$).

2. Визначаємо об'єм бензину, що перебуває в пароподібному стані, за формулою:

$$V_{\text{бен.пар}} = \frac{V_{\text{пар}} \cdot \Delta m \%}{100 \%} \text{ м}^3; \quad (3.8)$$

де Δm – вміст бензину ($\%$), що перебуває в пароподібному стані.

3. Розраховуємо масу бензину $Q_{\text{бенз}}$ (m), що перебуває в пароподібному стані, за формулою:

$$Q_{\text{бенз}} = V_{\text{бенз.пар}} \cdot \rho; \quad (3.9)$$

де ρ – густина пару бензину, m/m^3 ($\rho = 0,75 m/m^3$).

4. За графіком, що наведений на рис.3.1 визначаємо максимально можливий надлишковий тиск у фронті ударної хвилі, та робимо висновки.

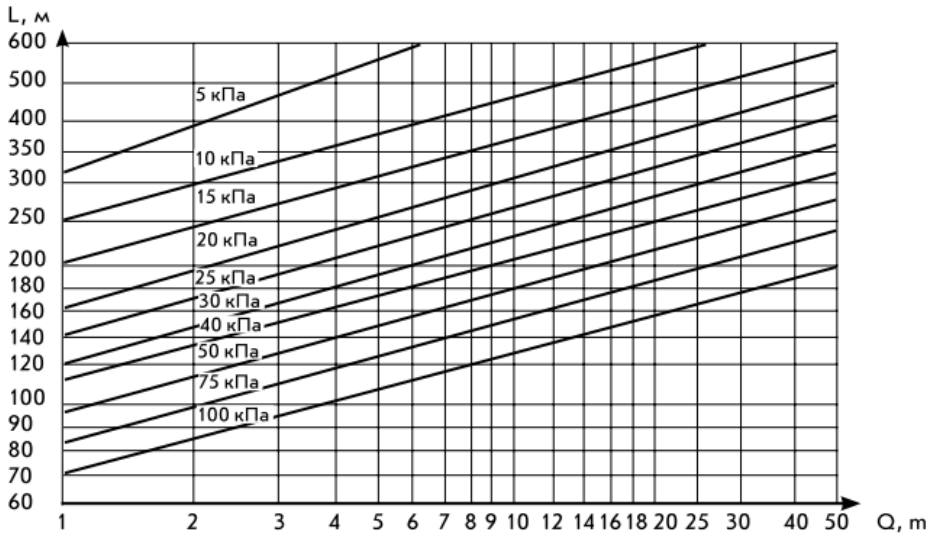


Рисунок 3.1 – Залежність надлишкового тиску від маси зрідженого вуглеводневого газу та відстані до об'єкта при вибуху пароповітряної суміші

3.3 Алгоритм розрахунків при вибуху вибухових речовин

Надлишковий тиск ($кПа$) у районі об'єкта і його елементів при вибуху вибухових речовин (*тротил, амонал тощо*) розраховується за формулою:

$$\Delta P = 390 \cdot \sqrt{\frac{Q}{r^3}} \text{ кПа}; \quad (3.10)$$

3.4 Приклади виконання розрахунків

Задача 1. При транспортуванні ємності з пропаном масою $Q = 1 \text{ т}$ на відстані $r = r_3 = 130 \text{ м}$ від об'єкта відбувся вибух. Визначити максимальний надлишковий тиск ΔP_3 (кПа), що утворився в результаті вибуху, на карту-схему заводу нанести зони руйнування. Вихідні дані для індивідуальної роботи видає викладач.

Рішення:

1. Визначаємо зону детонаційної хвилі з радіусом r_1 і постійним значенням надлишкового тиску $\Delta P_1 = 1700 \text{ кПа}$ за формулою 3.1

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q} = 17,5 \cdot 1 = 17,5 \text{ м};$$

де Q – маса газу, що вибухнув (m);

2. Визначаємо зону дії продуктів вибуху радіусом r_2 за формулою 3.2

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1 = 1,7 \cdot 17,5 = 29,75 \text{ м};$$

3. Визначаємо надлишковий тиск в межах зони за формулою 3.3

$$\Delta P_2 = 1300 \cdot \left(\frac{r_1}{r}\right)^3 + 50 = 1300 \cdot 0,0024 + 50 = 53,17 \text{ кПа};$$

де r – відстань від епіцентру вибуху до даного об'єкту, що розташований у зоні.

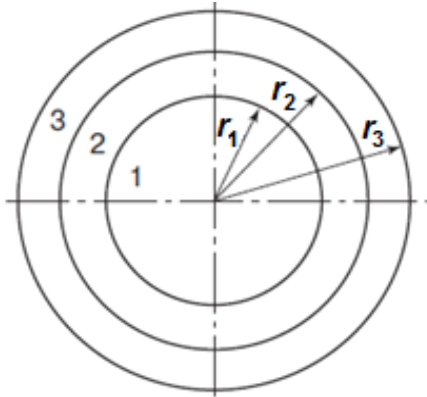
4. Визначаємо допоміжний коефіцієнт Ψ за формулою 3.4

$$\Psi = 0,24 \cdot \frac{r}{r_1} = 0,24 \cdot \frac{130}{17,5} = 1,78$$

5. Визначаємо значення надлишкового тиску у зоні повітряної ударної хвилі r_3 ($r_3 = r$) за формулою 3.5, оскільки $\Psi \leq 2$

$$\Delta P_3 = \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + 29,8 \cdot \Psi^3} - 1)} = \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + 29,8 \cdot 1,78^3} - 1)} = 19,4 \text{ кПа};$$

6. За результатами розрахунків складаємо схему зон дії ударної хвилі при вибуху газоповітряної суміші та робимо висновки про можливі наслідки, використовуючи додатки *Б* та *В*.



1. Зона детонаційної хвилі, $r_1 = 17,5 \text{ м}$, $\Delta P_1 = 1700 \text{ кПа}$;
2. Зона дії продуктів вибуху, $r_2 = 29,75 \text{ м}$, $\Delta P_2 = 53,17 \text{ кПа}$;
3. Зона повітряної ударної хвилі, $r_3 = 130 \text{ м}$, $\Delta P_3 = 19,4 \text{ кПа}$;

Рисунок 3.2 – Схема зон дії ударної хвилі при вибуху газоповітряної суміші

При цьому, об'єкт знаходиться в зоні дії повітряної ударної хвилі, оскільки $r = r_3 = 130 \text{ м}$, тому при очікуваному надлишковому тиску у фронті ударної хвилі – $\Delta P_3 = 19,4 \text{ кПа}$:

- промислові будівлі з важким та легким металевим каркасом або залізобетонним каркасом та без каркасні, резервуари – не отримують руйнувань;

- промислові об'єкти, такі як трансформаторні підстанції та водонапірні вежі – можуть отримати легкі руйнування;

- промислові об'єкти, такі як ТЕС, котельні, вагони товарні дерев'яні та автомашини вантажні – можуть отримати середні руйнування;

- працівники – можуть отримати легкі ураження (забиті місця, вивихи, тимчасова втрата слуху, загальна контузія), таке значення надлишкового тиску у зоні вибуху є небезпечним для життя людини.

Задача 2. На складі підприємства трапився вибух ємності з бензином, об'єм резервуара $V_{рез} = 1000 \text{ м}^3$, заповнення ємності бензином $V_{бенз.} = 30\%$, зміст бензину в паровій фазі, $\Delta m = 2\%$, густина бензину $\rho_{бенз} = 0,75 \text{ т/м}^3$, відстань до об'єкта (цеху, підстанції і т. п.) $L = 200 \text{ м}$. Визначити максимальний надлишковий тиск (ΔP), що утворився в результаті вибуху. Зробити висновки. Вихідні дані для індивідуальної роботи видає викладач.

Рішення:

1. Визначаємо об'єм резервуара, заповнений парами:

$$V_{нар} = V_{рез} - V_{бенз} = 1000 - \frac{1000 \cdot 30\%}{100\%} = 700 \text{ м}^3;$$

2. Визначаємо об'єм бензину, що перебуває в пароподібному стані:

$$V_{бенз}^{нар} = \frac{V_{нар} \cdot \Delta m}{100} = \frac{700 \cdot 2}{100} = 14 \text{ м}^3;$$

де Δm – вміст бензину (%), що перебуває в пароподібному стані.

3. Розраховуємо масу бензину (m), що перебуває в пароподібному стані:

$$Q_{бенз} = V_{бенз}^{нар} \cdot \rho = 14 \cdot 0,75 = 10,5 \text{ т};$$

де ρ – густина бензину, $\rho_{бенз} = 0,75 \text{ т/м}^3$.

4. За графіком (рис. 3.1), за значеннями $L = 200 \text{ м}$ і $Q_{бенз} = 10,5 \text{ т}$ визначаємо надлишковий тиск у фронті ударної хвилі $\Delta P = 43 \text{ кПа}$.

5. При вибуху випарів бензину надлишковий тиск у фронті ударної хвилі ΔP в районі цеху може становити 43 кПа . Будівля цеху отримує середні руйнування. Працівники можуть отримати легкі та середні ураження.

Задача 3. Визначити максимально можливий надлишковий тиск в районі цеху, якщо на відстані $R = 250$ м від нього знаходиться склад, де зберігається $Q = 100$ т вибухових речовин. Вихідні дані для індивідуальної роботи видає викладач.

Рішення:

1. Розраховуємо максимально можливий надлишковий тиск в районі цеху за формулою:

$$\Delta P = 390 \cdot \sqrt{\frac{Q (\text{кг})}{r^3}} = 390 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 10^3}{250^3}} = 31 \text{ кПа};$$

2. При вибуху 100 т вибухових речовин надлишковий тиск у фронті ударної хвилі ΔP в районі цеху може становити 31 кПа.

4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс] – Чинний від 2012-11-21. : станом на 01.01.2019 р. – К. : ВР України, 2012. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>

2. Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT) [Текст] : ДСТУ EN 2:2014. – На заміну ГОСТ 27331-87; чинний з 01.01.2016 / Мінекономрозвитку України, 2014. – 7 с.

3. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Текст] : ДСТУ Б В.1.1-36:2016. – На заміну НАПБ Б.03.002-2007 ; чинний від 2017-01-01. – К. : Мінрегіон України, 2016. – 66 с.

4. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Текст] : ДБН В.1.1-7:2016. – На заміну ДБН В.1.1.7-2002 ; чинний від 2017-06-01. – К. : Мінрегіон України, 2017. – 47 с.

5. Правила експлуатації та типових норм належності вогнегасників [Текст] – На заміну НАПБ Б.03.001-2004 ; чинний від 2018-02-23. – К. : МВС України, 2018. – 23 с.

6. Шоботов В. М. Цивільна оборона [Текст] : Навчальний посібник / В. М. Шоботов. – Вид. 2-ге, перероб. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.

Додаток А

План звіту розрахунково-графічної роботи

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- зміст;
- тему та мету розрахунково-графічної роботи
- основні пункти загальних теоретичних положень до розрахунково-графічної роботи;
 - розрахунки значень вражаючих факторів вибухів газоповітряних сумішей, пароповітряних сумішей та вибухових речовин (варіанти вихідних даних – з додатка Г);
 - схему зон дії ударної хвилі при вибуху газоповітряної суміші, у відповідності до розрахунку;
 - висновки та пропозиції;
 - рекомендовану літературу.

Додаток Б

**Залежність ступеня негативного впливу на людину,
від величини надлишкового тиску (ΔP_{ϕ} , кПа)**

Ступень негативного впливу	Величина ΔP_{ϕ}, кПа
Для людини безпечно	<10
Легке ураження (забиті місця, вивихи, тимчасова втрата слуху, загальна контузія)	20...40
Середнє ураження (контузія головного мозку, ушкодження органів слуху, розриви барабанних перетинок, кровотеча з носа та вух)	40...60
Сильне ураження (сильна контузія всього організму, втрата свідомості, переломи кінцівок, ушкодження внутрішніх органів)	60...100
Поріг смертельного ураження	100
Летальний вихід у 50% випадків	250...300
безумовна смертельне ураження	>300

Додаток В

Ступеня руйнувань об'єктів в залежності від значення надлишкового тиску (ΔP_{ϕ} , $\kappa\Pi a$)

Об'єкт	Руйнування			
	повне	сильне	середнє	слабке
Будівлі жилі				
Цеглові багатоповерхові	30...40	20...30	10...20	8...10
Цеглові малоповерхові	35...45	25...35	15...25	8...15
Дерев'яні	20...30	12...20	8...12	6...8
Будівлі промислові				
З важким металевим або залізобетонним каркасом	60...100	50...60	40...50	20...40
З легким металевим каркасом або без каркасні	60...80	40...50	30...50	20...30
Промислові об'єкти				
ТЕС	25...40	20...25	15...20	10...15
Котельні	35...45	25...35	15...25	10...15
Трубопроводи наземні	20	50	130	–
Трубопроводи на естакадах	20...30	30...40	40...50	–
Трансформаторні підстанції	100	40...60	20...40	10...20
ЛЕП	120...200	80...120	50...70	20...40
Водонапірні вежі	70	40...60	20...40	10...20
Резервуари				
Сталеві наземні	90	80	55	35
Газгольдери, ємкості з ПМР та хімічними речовинами	40	35	25	20
Частково заглиблені для нафтопродуктів	100	75	40	20
Підземні	200	150	75	40
Металеві та залізобетонні мости	250...300	200...300	150...200	100...150
Залізничні колії	400	250	175	125
Тепловози вагою до 50 т.	90	70	50	40
Цистерни	80	70	50	30
Вагони цільнометалеві	150	90	60	30
Вагони товарні дерев'яні	40	35	30	15
Автомашини вантажні	70	50	35	10

Додаток Г

Варіанти вихідних даних

№ вар	Задачі №1 и №3		Задача №2					№ вар
	$Q,$ t	$r,$ m	$V_{рез},$ m^3	$V_{бенз},$ %	$\Delta t,$ %	$\rho_{бенз},$ t/m^3	$L,$ m	
1.	20	300	1000	73	2,5	0,75	180	1.
2.	15	250	1500	70	2,5	0,75	200	2.
3.	33	250	1600	57	2,5	0,75	200	3.
4.	40	400	1000	60	2,5	0,75	200	4.
5.	50	400	1500	65	2,5	0,75	150	5.
6.	75	400	1000	45	3	0,75	150	6.
7.	100	500	1000	75	3	0,75	150	7.
8.	150	500	1500	64	3	0,75	200	8.
9.	10	250	1000	54	3	0,75	200	9.
10.	15	300	1500	75	3	0,75	150	10.
11.	0,5	50	500	40	3	0,75	250	11.
12.	1	65	800	30	2	0,75	100	12.
13.	2	55	2000	100	3	0,75	150	13.
14.	5	100	1500	70	3	0,75	400	14.
15.	0,5	70	1000	50	2	0,75	300	15.
16.	12	140	1000	60	2	0,75	700	16.
17.	30	230	4000	80	2,5	0,75	450	17.
18.	80	400	3000	95	2	0,75	250	18.
19.	0,75	200	2000	81	2	0,75	120	19.
20.	60	500	1000	45	2,5	0,75	200	20.
21.	1	30	800	70	3	0,75	100	21.
22.	7	130	1500	20	2,5	0,75	500	22.
23.	100	320	500	45	3	0,75	150	23.
24.	5	200	4000	68	2	0,75	350	24.
25.	110	1000	1000	78	2,5	0,75	140	25.
26.	3	400	2000	57	2	0,75	90	26.
27.	15	500	3000	62	3	0,75	120	27.
28.	40	550	1500	74	2,5	0,75	350	28.
29.	70	1000	5000	70	3	0,75	180	29.
30.	200	800	3500	65	2,5	0,75	200	30.

Додаток Д

Зразок титульного аркуша розрахунково-графічної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра охорони праці і
навколишнього середовища

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА
з курсу (змістовного модулю) – *«Цивільний захист»*

*«Розрахунок зон ураження від вибухів і пожеж, що
виникли у наслідок надзвичайної ситуації техногенного
характеру або терористичного акту»*

Варіант № ____

Виконав: студент гр. _____

(прізвище та ініціали)

Перевірив:

(прізвище та ініціали)

