

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Кафедра пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ

Методичні вказівки до виконання курсової роботи

які навчаються на другому (магістерському) рівні
за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»,
в галузі знань 26 «Цивільна безпека»
(освітньо-професійні програми: «Пожежна безпека»,
«Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи»,
«Управління пожежною безпекою»)

Харків 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Кафедра пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ

Методичні вказівки до виконання курсової роботи

які навчаються на другому (магістерському) рівні
за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»,
в галузі знань 26 «Цивільна безпека»
(освітньо-професійні програми: «Пожежна безпека»,
«Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи»,
«Управління пожежною безпекою»)

Харків 2023

Рекомендовано до друку кафедрою
пожежної і техногенної безпеки об'єктів
та технологій НУЦЗ України
(протокол від 28.11.2023 № 5)

Укладачі: С. А. Вавренюк, В.В. Олійник

Рецензент: доктор технічних наук, професор Ю. А. Отрош, начальник кафедри пожежної профілактики в населених пунктах факультету пожежної безпеки НУЦЗУ

Техногенна безпека об'єктів: методичні вказівки до виконання курсової роботи які навчаються на другому (магістерському) рівні за спеціальністю 261 «Пожежна безпека», в галузі знань 26 «Цивільна безпека» (освітньо-професійні програми: «Пожежна безпека», «Пожежогашіння та аварійно-рятувальні роботи», «Управління пожежною безпекою») ”/ Укладачі: С. А. Вавренюк, В.В. Олійник. – Х.: НУЦЗУ, 2023. – 44 с.

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Техногенна безпека об'єктів» для підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійними програмами: «Пожежна безпека», «Пожежогашіння та аварійно-рятувальні роботи», «Управління пожежною безпекою» другого (магістерського) рівня підготовки за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» у галузі знань 26 «Цивільна безпека» розраховані для надання методичної допомоги під час виконання, оформлення результатів та захисту курсової роботи, самостійного вибору та виконання завдання до курсової роботи. У методичних вказівках надані основні вимоги до виконання курсової роботи, порядок вибору завдання та основні рекомендації до виконання курсової роботи.

ВСТУП

Однією з найважливіших задач, які стоять сьогодні перед Україною, є забезпечення захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Актуальність проблеми забезпечення техногенної безпеки зумовлена стійкими тенденціями зростання людських втрат та збитків територіям, що спричиняються промисловими аваріями і катастрофами. Особливо небезпечними є виробництва, в яких використовується велика кількість небезпечних речовин і матеріалів і на яких виникнення навіть локальних пожеж або вибухів за несприятливого збігу обставин може призвести, внаслідок ланцюгового розвитку, до великомасштабних катастроф. У цих умовах важливим завданням є підвищення техногенної безпеки, яке повинно базуватися на загальновідомих наукових положеннях з урахуванням сьогоденного стану розвитку систем безпеки.

Мета вивчення дисципліни «Техногенна безпека об'єктів»: формування особистості фахівця, здатного вирішувати складні нестандартні завдання і проблеми інноваційного та дослідницького характеру в галузі управління техногенною безпекою об'єктів, що передбачають створення, застосування систем і засобів забезпечення техногенної безпеки об'єктів.

Курсова робота (КР) є одним із видів індивідуальних завдань і виконується з метою закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних здобувачами вищої освіти за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи», «Управління пожежною безпекою» освітнього ступеня магістр спеціальності 261 «Пожежна безпека», галузь знань 26 «Цивільна безпека» та їх застосування до комплексного вирішення конкретного фахового завдання і набування вміння самостійно працювати з навчальною і науковою літературою, електронно-обчислювальною технікою, лабораторним обладнанням, використовуючи сучасні інформаційні засоби та технології.

Під час виконання курсової роботи з дисципліни «Техногенна безпека об'єктів» здобувачі вищої освіти набувають навичок щодо оцінки рівня техногенної небезпеки об'єктів, яка є основною складовою під час прогнозування масштабів і наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, оцінки ступеня ризику на об'єктах підвищеної небезпеки згідно вимог законодавчих і нормативних актів.

Знання, що отримані під час виконання курсової роботи, можуть бути корисними при виконанні кваліфікаційної роботи.

Виконуючи курсову роботу здобувачі вищої освіти повинні:

– кваліфіковано вирішувати технічні задачі по забезпеченню пожежної і техногенної безпеки об'єктів;

- навчитися виконувати розрахунки, аналізувати і розробляти технологічні документи, складати пояснювальні записки;
- оволодіти сучасними методами розрахунків, в тому числі із застосуванням ЕОМ;
- - навчитися користуватися державними і галузевими стандартами, нормативно-технічною і довідковою літературою.

1 ВИБІР ЗАВДАННЯ ТА ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ І ЗАХИСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Основним загальним завданням при виконанні курсової роботи є оцінка рівня техногенної небезпеки об'єкта, яка є основною складовою при ідентифікації об'єкта підвищеної небезпеки та оцінки можливих наслідків техногенних аварій на цих об'єктах, а також розробка рекомендацій щодо підвищення рівня техногенної безпеки.

Для кожного здобувача вищої освіти в індивідуальному порядку в завданні визначається конкретний об'єкт (об'єкти), дослідження яких здійснюється самостійно. Вимоги та рекомендації до змісту та виконання курсової роботи наведені нижче.

Кожний здобувач вищої освіти виконує курсову роботу за своїм варіантом, номер якого визначається за порядковим номером у списку прізвищ навчальної групи. Завдання, вихідні дані до них та номери варіантів вказані у розділі 3 та таблицях 1-6 додатку 1.

До виконання КР здобувачі вищої освіти приступають після отримання індивідуального завдання від викладача згідно з навчальним планом вивчення дисципліни. Керівник КР також встановлює термін представлення курсової роботи до захисту, який визначається відповідно до робочої навчальної програми та силабусу дисципліни.

Індивідуальні консультації здобувачів вищої освіти щодо вимог до виконання КР, особливостей її виконання проводяться на практичних заняттях та при проведенні індивідуальних консультацій.

Навчально-методична, нормативна та довідкова література, що необхідна для виконання КР, наведена у списку літератури до даних методичних вказівок.

Виконання КР здобувачами вищої освіти здійснюється під час самостійної роботи.

До захисту КР допускаються здобувачі вищої освіти, що успішно виконали в термін всі розділи індивідуального завдання і належним чином оформили всі результати, що були отримані під час виконання курсової роботи.

Представлена до захисту КР повинна містити:

завдання на курсову роботу;

пояснювальну записку;

графічне виконання схеми виникнення і розвитку можливих аварій.

Додатки

Повідомлення про результати ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки (форма ОПН-1).

Розрахунки, що виконуються в курсовій роботі, необхідно супроводжувати розшифруванням розрахункових формул (поясненнями величин, що входять до формул, та їх розмірностями в системі СІ). Формули, які використовуються в тексті роботи, нумеруються з правого краю рядка подвійною цифрою у круглих дужках, що означає № розділу та через крапку - порядковий номер формули у розділі. Наприклад, (3.2). Графіки, схеми, рисунки, таблиці повинні мати помітку (Рис. 5.4.; Табл. 4.3 відповідно).

Посилання на літературні джерела, що використовуються в роботі, необхідно вказувати у квадратних дужках за текстом відповідно до вимог ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ, 2015.

При виконанні курсової роботи необхідно додержуватись послідовності при роботі над текстом, виконання вимог до оформлення переліку використаної літератури. Рекомендується використовувати наукові тези, доповіді, інформаційні листи, огляди і описи надзвичайних ситуацій.

Форма титульного листа до курсової роботи представлена в додатку 4.

2 ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Зміст курсової роботи

Структура пояснювальної записки курсової роботи ґрунтується на основних вимогах нормативних документів та робочої навчальної програми і силабусу вивчення дисципліни «Техногенна безпека об'єктів» за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи», «Управління пожежною безпекою» і повинна містити наступні розділи:

Вступ

1. Загальні відомості про об'єкт

- 1.1. Опис технологічного процесу.
- 1.2. Характеристика основного технологічного обладнання.
- 1.3. Визначення виду та кількості небезпечних речовин, що обертуються на об'єкті.

2. Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки

- 2.1. Визначення небезпечних речовин за індивідуальними назвами, класами небезпечних речовин та категоріями небезпеки, що розміщені або можуть розміщатися у виробничих одиницях на об'єкті згідно з проектною та технічною документацією.
- 2.2. Визначення виробничих одиниць, які містять небезпечні речовини
- 2.3. Визначення маси небезпечної речовини в кожній окремій виробничій одиниці та проведення розрахунку загальної маси небезпечних речовин окремо для кожної індивідуальної назви небезпечної речовини.
- 2.4. Розробка документів за результатами ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки (форма ОПН-1) (додаток 1 [11]).

3. Оцінка наслідків техногенних аварій на об'єкті

- 3.1. Аналіз основних причин і факторів виникнення аварій та визначення типових сценаріїв їхнього розвитку^{***}.
- 3.2. Кількісна оцінка розмірів можливих зон дії вражаючих факторів техногенної аварії.
- 3.3. Результати оцінки небезпеки і можливих наслідків техногенної аварії на об'єкті.

*) необхідно звернути увагу, що визначення порогових мас небезпечних речовин здійснюється відповідно до таблиці 1 додатка 1 до Порядку ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та їх обліку, Постанова КМУ від 13 вересня 2022 року за №1030.

**) Сценарій виникнення і розвитку аварій на об'єкті, що аналізується в курсовій роботі, необхідно графічно представити на окремому аркуші в додатку.

4. Розробка рекомендацій щодо попередження виникнення аварій на об'єкті

Розробка рекомендацій щодо попередження виникнення аварій на об'єкті здійснюється, виходячи з попереднього аналізу небезпеки та з дотриманням вимог відповідних нормативних документів. Це можуть бути заходи як організаційного характеру, так і інженерно-технічного. Наприклад, для своєчасної локалізації та ліквідації аварії з викидом хлору на об'єктах повинні влаштовуватися стаціонарні системи локалізації «хлорної хмари» з використанням водяної завіси за допомогою стаціонарних розпоросувачів, включення якої повинно бути автоматичним за сигналом газоаналізаторів.

Висновок

Список використаної літератури

Додатки

Методика виконання окремих розділів курсової роботи

Виконання окремих розділів курсової роботи може викликати певні труднощі. У зв'язку з цим нижче наводимо деякі рекомендації щодо виконання розділів курсової роботи.

Вступ. У вступі КР необхідно розкрити важливість оцінки техногенної небезпеки об'єктів, показати роль цієї процедури у забезпеченні пожежної та техногенної безпеки об'єктів, звернути увагу на законодавче та нормативно - правове забезпечення.

Також необхідно навести статистику аварій і надзвичайних ситуацій, які виникли на об'єктах, що розглядаються.

Розділ 1. У розділі 1 необхідно надати загальну характеристику об'єктів, що розглядаються, вказуючи їх кількість, наявність та кількість небезпечних речовин і матеріалів, технологічних процесів та апаратів, їх об'єми та умови експлуатації. Для визначення загальної маси небезпечних речовин необхідно визначити їхню кількість у кожному апараті і трубопроводі з врахуванням робочої температури, тиску та фізико-хімічних властивостей речовин і матеріалів.

Розділ 2. Даний розділ роботи представляє повне та глибоке дослідження небезпеки об'єктів з метою визначення об'єктів підвищеної небезпеки. Розділ повинен бути виконаний з дотриманням вимог методики ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки, що регламентується Постановою Кабінету Міністрів України №1030 від 13.09.2022 р. «Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки».

Під час проведення ідентифікації для кожного об'єкта на першому етапі складається перелік небезпечних речовин за індивідуальними назвами, класами небезпечних речовин та категоріями небезпеки, наведеними відповідно в таблицях 1 і 2 додатка 1[11], що розміщені або можуть

розміщатися у виробничих одиницях на об'єкті згідно з проектною та технічною документацією.

У разі коли небезпечні речовини мають властивості, що дають змогу віднести їх до кількох класів небезпечних речовин або категорій небезпеки, для цілей ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки застосовується найменша порогова маса небезпечних речовин.

Суміші відповідно до їх властивостей розглядаються так само, як чисті речовини.

На другому етапі складається перелік виробничих одиниць, які містять небезпечні речовини, визначені згідно з пунктом 5[11].

На третьому етапі визначається маса небезпечної речовини в кожній окремій виробничій одиниці та проводиться розрахунок загальної маси небезпечних речовин окремо для кожної індивідуальної назви небезпечної речовини, визначеної згідно з таблицею 1 додатка 1[11]. У разі відсутності назви наявної небезпечної речовини в зазначеній таблиці проводиться розрахунок загальної маси небезпечних речовин відповідного класу небезпечної речовини (категорії небезпеки), визначеного згідно з таблицею 2 додатка 1[11].

Загальна маса небезпечної речовини береться:

1) для сховищ (резервуарів) - сумарна маса небезпечної речовини, що може в них розміщатися за максимально допустимого завантаження відповідно до проектної або технічної документації, з урахуванням вимог нормативно-правових актів;

2) для технологічних установок - сумарна маса, що може розміщатися в апаратах і трубопроводах відповідно до проектної або технічної документації;

3) для обладнання колонного типу - сумарна маса небезпечної речовини за максимального рівня рідини на тарілках. Для апаратів, у яких застосовуються наповнювачі з пористим інертним середовищем, сумарна маса небезпечної речовини визначається з урахуванням максимального обсягу вільного простору;

4) для лінійної частини магістральних нафтопровідних, нафтопродуктопровідних та інших трубопровідних систем для транспортування рідких небезпечних речовин - сумарна маса небезпечної речовини, що міститься в лінійній частині трубопроводу між двома запірними пристроями, і сумарна маса, що може виділитися протягом часу, встановленого для виявлення витoku речовини та здійснення перекриття запірних пристроїв, згідно з проектною документацією, а для внутрішньо об'єктових трубопроводів - сумарна маса небезпечної речовини в усьому трубопроводі.

Для розрахунку сумарної маси нафти, нафтопродуктів та інших небезпечних речовин використовуються параметри проектного режиму

експлуатації магістральних трубопроводів і технологічного обладнання та проектна ємність резервуарних парків;

5) для лінійної частини магістральних газопроводів - сумарна маса небезпечної речовини, що міститься в дільниці газопроводу між лінійною запірною арматурою, включаючи резервні нитки, технологічні перемички і відгалуження, та сумарна маса, що може виділитися протягом розрахункового часу, необхідного для виявлення витoku речовини та здійснення ручного перекриття лінійної запірної арматури згідно з технологічним регламентом та проектною документацією.

Сумарна маса газу визначається з урахуванням проектних значень робочого тиску газу на дільницях магістральних газопроводів та в технологічному обладнанні;

6) для систем постачання природного газу до населених пунктів та адміністративних районів - сумарна маса природного газу, що міститься в системі за умови дотримання проектного значення тиску, яка встановлюється шляхом визначення суми:

маси газу, що міститься в газопроводах високого тиску I і II категорії всіх діаметрів, з урахуванням маси газу, що може виділитися із системи протягом розрахункового часу, необхідного для локалізації аварії;

маси газу, що міститься в газопроводах середнього тиску всіх діаметрів, ураховуючи масу газу, що може виділитися із системи протягом розрахункового часу, необхідного для локалізації аварії.

Розрахунковий час виявлення витoku речовини та перекидання трубопроводів визначається в кожному конкретному випадку, виходячи з реальної обстановки, і повинен бути мінімальним з урахуванням паспортних даних на запірні пристрої, характеру технологічного процесу та виду розрахункової аварії.

Під час проведення розрахунків маса газу, що міститься у дворових вводах, не враховується;

7) для міжцехових, внутрішньоцехових, внутрішньоскладських трубопроводів - сумарна маса небезпечної речовини в усьому трубопроводі;

8) для операцій зливу-наливу - додатково враховується сумарна маса небезпечної речовини в залізничних або автомобільних цистернах, у вантажних танках суден під час проведення технологічних операцій. Для проведення таких розрахунків використовуються значення проектно-ї ємності та проектно-ї кількості цистерн або танків, які можуть установлюватися на естакаді або причалі одночасно.

9. У разі коли на об'єкті загальна маса небезпечних речовин, визначена відповідно до пунктів 7 і 8 [11], дорівнює або перевищує порогову масу небезпечної речовини за індивідуальною назвою чи відповідним класом небезпечної речовини (категорією безпеки), **такий об'єкт належить до об'єкта підвищеної безпеки відповідного класу.**

10. У разі коли на об'єкті відсутні певні небезпечні речовини із загальною масою, що перевищує або дорівнює відповідній пороговій масі, з метою вирішення питання про віднесення об'єкта до об'єкта підвищеної небезпеки необхідно застосовувати такі формули:

1) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 1 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{1i}} \geq 1$$

де q_i - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

Q_{1i} - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 1 класу, визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

2) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 2 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{2i}} \geq 1$$

де q_i - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

Q_{2i} - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 2 класу, визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

3) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 3 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{3i}} \geq 1$$

де q_i - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

Q_{zi} - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією безпеки) для об'єкта підвищеної безпеки 3 класу визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1 [11].

Визначена за наведеними формулами розрахункова сума всіх небезпечних речовин, що розміщені на об'єкті, зазначається з точністю до другого знака після коми.

11. Наведені у пункті 10 [11] формули з метою оцінювання впливу безпеки від небезпечних речовин на здоров'я людини, об'єкти інфраструктури (фізична безпека) та навколишнє природне середовище застосовуються окремо для кожного виду загроз, а саме:

1) для впливу на організм і здоров'я людини розраховується загальна маса небезпечних речовин, наведених у секції "Н" ("Загроза для здоров'я людини") таблиці 2 додатка 1 [11];

2) для впливу на об'єкти інфраструктури розраховується загальна маса небезпечних речовин, наведених у секції "Р" ("Фізичні загрози для об'єктів інфраструктури") таблиці 2 додатка 1 [11];

3) для впливу на навколишнє природне середовище розраховується загальна маса небезпечних речовин, наведених у секції "Е" ("Загрози для навколишнього природного середовища") таблиці 2 додатка 1 [11].

При цьому використовується найменша порогова маса.

У разі коли небезпечна речовина зазначена в таблицях 1 і 2 додатка 1 [11], у розрахунках відповідно використовуються порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами, зазначені у таблиці 1 додатка 1 [11].

Заключним етапом виконання 2 розділу КР є складання відповідного документу за результатами ідентифікації - повідомлення за формою ОПН-1 згідно з додатком 2 [11].

Розділ 3. Оцінка наслідків техногенних аварій на об'єкті

У даному розділі курсової роботи необхідно оцінити рівень безпеки виникнення аварій на найбільш небезпечному апараті об'єкта, враховуючи небезпечні властивості речовин, їх кількість та найбільш ймовірні причини аварії.

Аналіз рівня безпеки виникнення аварії полягає в послідовному дослідженні наступних питань:

– аналіз основних причин та факторів виникнення аварій на даному об'єкті.

До основних причин порушення цілісності технологічної системи (виникненню аварійних ситуацій) можна віднести:

– втрата міцності апаратів та трубопроводів внаслідок механічного зносу або корозії;

- підвищення тиску газів і парів рідини вище розрахункових параметрів апаратів;
- підвищення гідравлічного тиску самої рідини вище розрахункових параметрів апаратів (у результаті переповнення);
- підвищення температури стінок апаратів вище розрахункових параметрів;
- вибухи усередині обладнання.
- визначення типових сценаріїв можливих аварій.

Виникнення та розвиток аварії на виробництві можна розділити на три стадії:

Стадія А - період виникнення аварійної ситуації. На цій стадії можуть спостерігатися небезпечні відхилення параметрів процесу від регламентованих значень, невеликі локальні механічні порушення герметичності технологічної ділянки тощо.

Стадія Б - загроза ланцюгового розвитку аварій з виходом за межі локальної ділянки. Ця стадія характеризується викидом з обладнання великої кількості небезпечних речовин у результаті значної розгерметизації технологічної системи, що створює загрозу залучення до аварійного процесу всього технологічного об'єкта.

Стадія В - ланцюговий розвиток аварій на рівні технологічних об'єктів з можливою руйнацією будівель, споруд на території підприємства. Істотні масштаби ураження можливі не тільки на території підприємства, але і за його межами. Сценарій виникнення і розвитку аварій на об'єкті, що аналізується в курсовій роботі, необхідно графічно представити на окремому аркуші. Приклад типового сценарію виникнення і розвитку аварії на промисловому об'єкті представлений у Додатку 3.

- **кількісна оцінка розмірів можливих зон дії вражаючих факторів аварії** (приклади розрахунків щодо кількісної оцінки рівня небезпеки виникнення аварій на об'єкті представлені в Додатку 2);

- **результати оцінки небезпеки і можливих наслідків аварії на об'єкті.** Отримані результати оцінки техногенної небезпеки об'єктів можна занести до відповідних таблиць, приклади яких наведено нижче (табл. 1 та 2).

Розділ 4. Розробка рекомендацій щодо попередження виникнення аварій на об'єкті здійснюється, виходячи з попереднього аналізу небезпеки та з дотриманням вимог відповідних нормативних документів. Це можуть бути заходи як організаційного характеру, так і інженерно-технічного. Наприклад, для своєчасної локалізації та ліквідації аварії з викидом хлору на об'єктах повинні влаштовуватися стаціонарні системи локалізації «хлорної хмари» з використанням водяної завіси за допомо-

гою стаціонарних розпорошувачів, включення якої повинно бути автоматичним за сигналом газоаналізаторів.

Таблиця 1 – Результати оцінки наслідків аварії у водневій компресорній

Аварійна ситуація	Речовина	Маса викиду	Надлишковий тиск вибуху, кПа	Тротиловий еквівалент вибуху, кг	Зона ураження та повних руйнувань, м
Вибух	водень	176 кг	48,5	22,28	Смертельні травми та повне руйнування конструкцій на відстані 18,58 від епіцентру вибуху.

Таблиця. 2 – Результати оцінки наслідків аварії автоцистерни з аміаком

Аварійна ситуація	Речовина	Маса викиду, т	Площа розливу, м ²	Глибина поширення хмари, м	Площа зони можливого хімічного ураження, м ²	Кількість населення, що може потрапити в зону ураження, осіб
Руйнування АЦ	Рідкий аміак	6	180	431	583290	3000

Висновок. Обов'язковими до пояснювальної записки КР є висновок за результатами виконаних досліджень та список використаної законодавчо - нормативної, наукової, навчально-методичної і довідкової літератури.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Кожний здобувач вищої освіти виконує курсову роботу за своїм варіантом, номер якого визначається за порядковим номером у списку прізвищ навчальної групи. У таблицях до завдання Додатку 1 по горизонталі визначається номер, який співпадає з порядковим номером за списком навчальної групи. Даний номер і є варіантом до завдання курсової роботи.

Нижче представлені завдання до виконання курсової роботи

Завдання №1.

До складу товарно-сировинного майданчика нафтопереробного підприємства входять два резервуарних парки з нафтопродуктами. Основними технологічними установками даних об'єктів є резервуари типу РВС. Умови зберігання нафтопродуктів: робочий тиск - атмосферний, температура навколишнього середовища - 20⁰С, коефіцієнт заповнення резервуарів - 0,9.

Визначити чи є даний склад нафтопродуктів об'єктом підвищеної небезпеки. За результатами ідентифікації розробити відповідні документи.

Виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку пожежі в резервуарі з нафтопродуктом. За результатами аналізу побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.1 Додатку 1.

Завдання №2.

Визначити чи є жировий комбінат об'єктом підвищеної небезпеки та виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку аварії в аміачно-компресорному цеху жирового комбінату, яка сталася внаслідок розгерметизації ресивера з рідким аміаком. Робочий тиск в ресиверах становить 1,2 кПа, температура 40°C. Умови аварії: розлив «вільно» з товщиною 0,05 м.

Метеорологічні дані: швидкість вітру - 1 м/сек, температура повітря - 20°C, ступінь вертикальної стійкості повітря - інверсія; напрямок вітру - не враховується.

Основними виробничими спорудами даного підприємства є аміачно-компресорний цех та склад паливних матеріалів. Умови зберігання паливних матеріалів: робочий тиск – атмосферний, температура навколишнього середовища - 20°C, коефіцієнт заповнення резервуарів - 0,9.

За результатами аналізу небезпеки побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

За результатами ідентифікації розробити відповідні документи

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.2 Додатку 1.

Завдання №3.

До найбільш небезпечних структурних підрозділів ТЕЦ відносяться машзала з водневою системою охолодження генераторів та склад нафтового масла типу ТП-22. Визначити, чи є ТЕЦ об'єктом підвищеної небезпеки, якщо загальна кількість водню, що зберігається в ресиверах станції, відповідає кількості, що наведена в табл.3 Додатку 1. Масло зберігається в резервуарі в кількості 50 тонн. За результатами ідентифікації розробити відповідні документи.

Виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку вибуху воднево-повітряної суміші, який стався під час розгерметизації водневого ресивера. Розрахункова температура 20°C.

За результатами аналізу побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.3 Додатку 1.

Завдання №4.

Спиртосховище лікєро-горітьчаного виробництва вміщує вертикальні резервуари діаметром 9 м та висотою 8 м., в яких зберігається етиловий спирт. Умови зберігання етилового спирту - атмосферний тиск, максимальна температура - 25⁰С. Поряд з будівлею спиртосховища розташований резервуарний парк з мазутом (резервуари об'ємом 1500 м³ кожний). Коефіцієнт заповнення резервуарів - 0,9.

Визначити, чи є лікєро-горітьчане виробництво об'єктом підвищеної небезпеки. За результатами ідентифікації розробити відповідні документи.

Виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку пожежі в спиртосховищі. За результатами аналізу побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.4 Додатку 1.

Завдання №5.

Визначити чи є водопровідна насосна станція (ВНС) об'єктом підвищеної небезпеки та виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку аварії на ВНС, до складу якої входять основні структурні підрозділи: склад хлору; хлораторна. Аварія сталася внаслідок розгерметизації контейнера з хлором. Умови аварії: розлив «вільно» з товщиною 0,05 м.

Кліматичні умови території, на якій розташований об'єкт: вітер східний, швидкість 5-10 м/с. Середня температура - 20 ⁰С. Робочий тиск - атмосферний. Стан атмосфери - ізотермія.

За результатами аналізу небезпеки побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

За результатами ідентифікації розробити відповідні документи

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл. 5 Додатку 1.

Завдання №6.

До основних виробничих підрозділів газонаповнюючої станції відносяться газокомпресорний цех та склад скраплених газів. На складі газів зберігаються в резервуарах: метан в резервуарі об'ємом 50 м³; пропан -

об'ємом 25 м³, бутан - об'ємом 25 м³. Максимальна кількість газів, що обертуються в газокompресорному цеху, представлена в табл.6 Додатку 1.

Визначити, чи є газонаповнююча станція об'єктом підвищеної небезпеки. За результатами ідентифікації розробити відповідні документи.

Виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку пожежі, що виникла найбільш небезпечному резервуарі складу газонаповнюючої станції. За результатами аналізу побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.6 Додатку 1.

ЗАХИСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ

До захисту курсової роботи допускаються здобувачі вищої освіти, що успішно виконали в термін всі розділи індивідуального завдання і належним чином оформили всі результати, що були отримані під час виконання курсової роботи.

У разі не виконання вимог Кодексу академічної доброчесності Національного університету цивільного захисту України та виявлення порушень академічної доброчесності у курсовій роботі, здобувач до захисту цієї роботи не допускається.

Захист курсової роботи здійснюється на відкритому засіданні комісії за участю не менше трьох осіб.

Результати та якість захисту курсової роботи здійснюється за 100-бальною шкалою оцінювання.

Якість відповідей здобувача на запитання членів екзаменаційної комісії враховується при оцінюванні захисту здобувача.

Розподіл балів зазначений в (табл. 4.1.)

Таблиця. 4.1 – Таблиця розподілу балів при виконанні та захисті КР

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист курсової роботи	Сума
до 50	до 30	до 20	100

Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання та захисту курсової роботи:

Загальний бал за виконання та захист курсової роботи складає 100 балів:

100-90 балів - курсова робота виконана самостійно та вірно у повному обсязі з дотриманням всіх вимог згідно методичних рекомендацій. Робота містить чітко поставлене завдання, відповідає варіанту, пояснювальна записка та ілюстративна частина роботи (схеми, таблиці, додат-

ки) виконані вірно. Наявні пояснення до формул, вказані одиниці вимірювання, посилання на літературні джерела, формули, таблиці, рисунки мають нумерацію згідно вимог, наведено список використаних літературних джерел. Робота має висновки. Відслідковується вміння застосовувати теоретичні положення під час виконання курсової роботи. При захисті роботи отримані повні та вірні відповіді.

89-75 балів - курсова робота виконана за варіантом самостійно та вірно у повному обсязі з дотриманням всіх вимог згідно методичних рекомендацій. Робота містить чітко поставлене завдання, відповідає варіанту, пояснювальна записка та ілюстративна частина роботи (схеми, таблиці, додатки) виконані вірно. Наявні пояснення до формул, вказані одиниці вимірювання, посилання на літературні джерела, формули, таблиці, рисунки мають нумерацію згідно вимог, наведено список використаних літературних джерел. Робота має висновки. При захисті роботи отримані не досить повні та вірні відповіді, допущені помилки.

76-55 балів - курсова робота виконана за варіантом самостійно та вірно у повному обсязі з дотриманням всіх вимог згідно методичних рекомендацій. Робота містить чітко поставлене завдання. Пояснювальна записка містить несуттєві помилки, допускаються помилки в одиницях вимірювання, посиланнях на літературні джерела, в нумерації формул, таблиць, рисунків. Відсутні висновки в роботі. Здобувач частково застосовує теоретичні положення в ілюстративній частині роботи. При захисті роботи отримані не досить повні та вірні відповіді, допущені помилки.

56-45 балів - курсова робота виконана за варіантом самостійно у повному обсязі. У роботі відсутні вихідні дані. У пояснювальній записці та ілюстративній частині роботи допущені суттєві помилки та неточності в розрахунках, допускаються помилки в одиницях вимірювання, посиланнях на літературні джерела, в нумерації формул, таблиць, рисунків. Відсутні висновки роботи. При захисті роботи допускаються не повні та вірні відповіді.

44-35 балів - курсова робота виконана за варіантом самостійно не в повному обсязі. У пояснювальній записці та ілюстративній частині роботи допущені суттєві помилки та неточності в розрахунках, допускаються помилки в одиницях вимірювання, посиланнях на літературні джерела, в нумерації формул, таблиць, рисунків. Допущені суттєві помилки в розрахунках. Відсутні вихідні дані та висновки роботи. При захисті роботи отримані не повні відповіді.

34-25 бали - курсова робота виконана за варіантом не в повному обсязі. У пояснювальній записці та ілюстративній частині роботи допущені суттєві помилки та неточності в розрахунках. Відсутні вихідні дані та висновки роботи, а також обов'язкові додатки до роботи. При захисті роботи допущені суттєві помилки.

24-15- балів - курсова робота виконана за варіантом не в повному обсязі. У пояснювальній записці допущені суттєві помилки та неточності в розрахунках. Відсутні вихідні дані та висновки роботи, а також обов'язкові додатки до роботи. Відсутні ілюстративні матеріали. При захисті роботи отримані не вірні відповіді.

14-0 балів (незадовільна кількість балів) - курсова робота виконана не за варіантом. У роботі відсутні вихідні дані, висновки, повністю не дотримані вимоги до виконання роботи згідно методичних рекомендацій, робота виконана не в повному обсязі, робота має велику кількість істотних помилок. Ілюстративний матеріал відсутній. З роботи видно не розуміння сутності поставлених завдань. При захисті роботи не отримані відповіді.

Політика доброчесності

Здобувач вищої освіти при виконанні курсової роботи повинен дотримуватись політики доброчесності. У разі наявності плагіату в роботі здобувача вищої освіти він отримує незадовільну оцінку і має право на повторне виконання завдання, що передбачене силабусом, з дотриманням політики доброчесності.

При виконанні курсової роботи до захисту допускаються роботи, які містять не менше 60 % оригінального тексту при перевірці на плагіат.

Література

1. Освітньо-професійна програма «Пожежна безпека» спеціальністю 261 «Пожежна безпека» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека». URL: https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2023/261_PB_mag23.pdf

2. Освітньо-професійна програма «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» спеціальністю 261 «Пожежна безпека» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 "Цивільна безпека". URL: https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2023/261_PGARR_mag23.pdf

3. Освітньо-професійна програма «Управління пожежною безпекою» спеціальністю 261 «Пожежна безпека» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 "Цивільна безпека". URL: https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2023/261_UPB_mag23.pdf

4. Михайлюк О.П. Промислова безпека: курс лекцій. - Х.: НУЦЗУ, 2018. 154 с.

5. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Кріса І.Я., Білим П.А., Тесленко О.О.

Пожежна безпека об'єктів підвищеної небезпеки: Навчальний посібник. - Х.: НУЦЗУ МНС України, 2010. 249 с. URL:

<http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4649/1/%d0%9c%d0%b8%d1%85%d0%b0%d0%b9%d0%bb%d1%8e%d0%ba%d0%9f%d0%91%d0%9e%d0%9f%d0%9d.pdf>

6. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Мозговий Г.О. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів: підручник. - Харків: ХНАДУ, 2014. 380 с. URL:

<http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4655/1/%d0%9f%d1%96%d0%b4%d1%80%d1%83%d1%87%d0%bd%d0%b8%d0%ba%20%d0%a2%d0%9e%d0%9f%d0%9f%d0%a2%d0%9f%202014.pdf>

7. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Сирих В.М. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів: практикум. - Харків: НУЦЗУ, 2016. 198 с. URL:

<http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4659/1/%d0%9f%d1%80%d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%b8%d0%ba%d1%83%d0%bc%20%d0%a2%d0%9e%d0%9f%d0%9f%d0%a2%d0%9f%202016.pdf>

8. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Михайлюк А.О. Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки: навчально-методичний посібник. - Харків: УЦЗУ, 2007. 190 с. URL:

<http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4651/1/A9RE301.pdf>

9. Кодекс цивільного захисту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>

10. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України (2245-14) від 18.01.2001 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>

11. Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.09.2022 р. № 1030. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1030-2022-%D0%BF#Text>

12. ДСТУ Б.В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва, житлово-комунального господарства України від 15.06.2016 р. №158. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759

13. Загальні правила вибухобезпеки для вибухопожежних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв: НПАОП 0.00-1.41-88.

14. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті: Наказ МВС України, від 29.11.2019 № 1000.

Приклади деяких розрахунків
під час кількісної оцінки розмірів можливих зон дії вражаючих
факторів аварії на промисловому об'єкті

Вражаючий фактор – токсичний вплив хімічно-небезпечної речовини.

Вихідні дані:

- об'єкт - аміачно-холодильна установка (АХУ);
- хімічно-небезпечна речовина - скраплений аміак;
- кількість аміаку - 9,1 т.;
- робочий тиск - 1.35 МПа;
- умови аварії - повна руйнація обладнання;
- розлив аміаку приймається «вільно» з товщиною $h = 0,05$ м;
- метеорологічні дані: швидкість вітру – 1 м/сек, температура повітря - 20°C, ступінь вертикальної стійкості повітря – інверсія;
- напрямок вітру не враховується;
- поширення хмари забрудненого повітря приймається по колу 360 °;
- мінімальна відстань від промислового майданчика до найближчого житлового масиву становить 200 м., до найближчих промислових об'єктів – 25 м.
- загальна кількість працівників на об'єкті - 50 осіб.

Розрахунок.

До основного виду небезпеки на АХУ відноситься викид аміаку з технологічного обладнання, що супроводжується формуванням та поширенням на майданчику підприємства і за його межами токсичної аміачної хвилі. Враховуючи токсичні властивості аміаку, така аварія може призвести до хімічного забруднення території та ураження людей, що перебувають на даній території або за її межами.

Розрахунок глибини зони забруднення парами аміаку при аварії на установці можна виконати за методикою [14].

Визначення еквівалентної кількості аміаку в первинній хмарі, що утворюється при його випаровуванні, визначається за формулою:

$$Q_{E1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 9,1 = 0,066 \text{ т}, \quad (1.1)$$

де $K_1 = 0,18$ - коефіцієнт, що залежить від робочого тиску [14]); $K_3 = 0,04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню граничної токсодози хлору

до граничної токсодози аміаку [14]); K_5 - коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості атмосфери, для інверсії приймається рівним 1; $K_7 = 1$ - коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря [14].

Визначення еквівалентної кількості аміаку у вторинній хмарі, що утворюється при його випаровуванні, визначається за формулою:

$$Q_{E2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \frac{K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d} =$$

$$(1 - 0,18) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 9,1}{0,05 \cdot 0,77} = 0,271 \text{ м} \quad (1.2)$$

де $d = 0,77 \text{ кг/м}^3$ - густина аміаку; $K_2 = 0,025$ - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей речовини [14]); $K_4 = 1$ - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру [14]; h - товщина шару пролитого аміаку, прийнято $0,05 \text{ м}$; K_6 - коефіцієнт, що залежить від часу N , який пройшов після початку аварії; коефіцієнт K_6 визначається через значення тривалості (T , год.) випаровування аміаку за формулою:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} = \frac{0,05 \cdot 0,77}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} = 1,54 \text{ год} \quad (1.3)$$

$$\text{Тоді: } K_6 = N^{0,8} = 1,54^{0,8} = 1,4 \quad (1.4)$$

Розрахунок глибини зони забруднення аміаком при аварії.

Розрахунок глибини зони забруднення первинною і вторинною хмарою аміаку ведеться з використанням додатків 2 і 9 [14].

У додатках 2 і 9 [14] приведені максимальні значення глибини зони забруднення первинною (Γ_1) і вторинною (Γ_2) хмарою НХР в залежності від еквівалентної кількості речовини і швидкості вітру.

Повна глибина зони забруднення Γ (км) обумовлена впливом первинної і вторинної хмари небезпечної хімічної речовини і визначається за формулою:

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' \quad (1.5)$$

де Γ' - найбільше значення глибини, Γ'' - найменше значення глибини зараження первинною і вторинною хмарами Γ_1 та Γ_2 .

Отримане значення порівнюється з гранично можливим значенням глибини переносу повітряних мас Γ_{Π} , що розраховується за формулою:

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v, \quad (1.6)$$

де $N = 1,54$ год. - час від початку аварії; $v = 5$ км/год - швидкість переносу переднього фронту забрудненого повітря при швидкості вітру 1 м/с і ступеня вертикальної стійкості - інверсія [14].

За остаточну розрахункову глибину зони забруднення приймається менше з двох порівнюваних значень.

Виходячи з даних [14], визначаємо глибини зони забруднення первинною і вторинною хмарою:

$$\Gamma_1 = 0,85 + \frac{1,25-0,85}{0,1-0,05} \cdot (0,066 - 0,05) = 0,978 \text{ м}, \quad (1.7)$$

$$\Gamma_2 = 1,25 + \frac{3,16-1,25}{0,5-0,1} \cdot (0,271 - 0,1) = 2,07 \text{ м}, \quad (1.8)$$

$$\text{Тоді: } \Gamma = 2,07 + 0,5 \cdot 0,978 = 2,6 \text{ км}, \quad (1.9)$$

$$\Gamma_{\Pi} = 1,54 \cdot 5 = 7,7 \text{ км}, \quad (1.10)$$

Таким чином, глибина зони можливого хімічного ураження парами аміаку при аварії на АХУ становить:

$$\Gamma = 2,6 \text{ км}. \quad (1.11)$$

Згідно з розрахунками [14] площа зони можливого хімічного ураження парами аміаку при аварії на АХУ становить:

$$S_{\text{ЗМХЗ}} = 3,14 \cdot \Gamma^2 = 3,14 \cdot 2,6^2 = 21,2 \text{ км}^2. \quad (1.12)$$

Згідно з розрахунками [14] площа прогнозованої зони хімічного ураження парами аміаку при аварії на аміачно-холодильній установці підприємства становить:

$$S_{\text{ПЗХЗ}} = 0,11 \cdot \Gamma^2 = 0,11 \cdot 2,6^2 = 0,74 \text{ км}^2. \quad (1.12)$$

Таким чином, до основного виду небезпеки на аміачно-холодильній установці відноситься викид аміаку з технологічного обладнання, що супроводжується формуванням та поширенням на майданчику підприємства

тва і за його межами токсичної аміачної хвилі. Враховуючи токсичні властивості аміаку, така аварія може призвести до хімічного забруднення території та ураження людей, що перебувають на даній території.

Вражаючий фактор - надлишковий тиск вибуху на фронті ударної хвилі

Вихідні дані:

- технологічний блок - воднева компресорна;
- технологічне обладнання - водневий газгольдер, компресор, трубопроводи;
- технологічні параметри: тиск - 0,3-0,32 МПа, температура - 20-25 °С (водневий газгольдер);
- небезпечна речовина - водень;
- сумарна маса речовини - 0,1759 тонн;
- теплота згоряння газу - 119841 кДж/кг.

Розрахунок.

Визначення значень енергетичних показників вибухопожежонебезпеки технологічного блоку [13]

Енергія згоряння воднево-повітряної хмари становить:

$$E = G \cdot q = 175,9 \cdot 119841 = 2,1 \cdot 10^7 \text{ кДж}, \quad (2.1)$$

де E - енергетичний потенціал вибухонебезпеки технологічної системи, що представляє собою суму енергій згоряння парогазових фаз, які можуть бути викинуті при аварійній розгерметизації системи, кДж; q - питома теплота згоряння водню, кДж/кг; G - маса газової фази (водню), що приймає участь в утворенні вибухонебезпечної газоповітряної хмари, кг:

Загальна приведена маса горючого газу (m) вибухонебезпечної газоповітряної хмари становить:

$$m = \frac{E}{46000} = \frac{21000000}{46000} = 456,5 \text{ кг}. \quad (2.2)$$

Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпеки (Q_B) технологічного блоку дорівнює:

$$Q_B = \frac{1}{16,534} \cdot \sqrt[3]{E} = \frac{1}{16,534} \cdot \sqrt[3]{21000000} = 16,46. \quad (2.3)$$

Таким чином, згідно таблиці 2.1 [15] за даних умов виникнення аварії категорія вибухонебезпеки технологічного блоку (воднева компресорна з газгольдером) **ІІІ (не висока)**.

Таблиця 2.1

Категорія вибухонебезпеки	Qв	m, кг
I	>37	>5000
II	27-37	2000-5000
III	<27	<2000

Визначення горизонтальних розмірів зони, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я ($C_{НКМП}$) [12].

$$R_{НКМП} = 14,5632 \cdot \left(\frac{m_{\Gamma}}{\rho_{\Gamma} \cdot C_{НКМП}} \right) 0,333 = 14,5632 \cdot \left(\frac{175,9}{0,084 \cdot 4} \right) 0,333 = 117,13 \text{ м}, \quad (2.4)$$

де m_{Γ} - маса горючого газу, що надійшла до відкритого простору під час аварійної ситуації, кг; ρ_{Γ} - густина газу при розрахунковій температурі й атмосферному тиску, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$, розраховують за формулою:

$$\rho_{\Gamma, \Pi} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)} = \frac{2,016}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 20)} = 0,084 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (2.5)$$

$C_{НКМП}$ - нижня концентраційна межа поширення полум'я для водню, % (об.); M - молярна маса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$; V_0 - мольний об'єм, рівний $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$; t_p - розрахункова температура, $^{\circ}\text{C}$.

Визначення величини надлишкового тиску вибуху (ΔP , кПа), що розвивається у разі згоряння газоповітряних сумішей.

$$\begin{aligned} \Delta P &= P_0 \cdot \left(0,8 \cdot \frac{m_{\Pi\Pi}^{0,33}}{r} + 3 \cdot \frac{m_{\Pi\Pi}^{0,66}}{r^2} + 5 \cdot \frac{m_{\Pi\Pi}}{R^3} \right) \\ &= 101 \cdot \left(0,8 \cdot \frac{467^{0,33}}{30} + 3 \cdot \frac{467^{0,66}}{30^2} + 5 \cdot \frac{467}{30^3} \right) = 48,5 \text{ кПа}, \end{aligned}$$

де P_0 - атмосферний тиск, кПа (допускається приймати 101 кПа); r - відстань від геометричного центра газопароповітряної хмари, м; $m_{\Pi\Pi}$ - приведена маса газу, кг, розраховують за формулою:

$$m_{\text{пр}} = \left(\frac{Q_{3г}}{Q_0}\right) \cdot m \cdot Z = \left(\frac{1,2 \cdot 10^8}{4,52 \cdot 10^6}\right) \cdot 175,9 \cdot 0,1 = 467 \text{ кг}, \quad (2.7)$$

де $Q_{3г}$ - питома теплота згоряння газу, Дж·кг⁻¹; Z - коефіцієнт участі горючого газу у горінні, який допускається приймати рівним 0,1; Q_0 - константа, рівна $4,52 \cdot 10^6$ Дж·кг⁻¹; m - маса горючого газу, що надійшов в результаті аварії до навколишнього простору, кг.

Визначення величини імпульсу хвилі тиску (i , Па·с).

$$i = \frac{123 \cdot m_{\text{пр}}^{0,66}}{r} = \frac{123 \cdot 467^{0,66}}{30} = 140,8 \text{ Па} \cdot \text{с}, \quad (2.8)$$

де $m_{\text{пр}}$ - приведена маса газу або пари, кг; r - відстань від геометричного центра газопароповітряної хмари, м.

Оцінка барометричного впливу вибуху на технологічне обладнання і людину.

Дія ударної хвилі на будівлі, обладнання, конструкції та людину, в залежності від їх віддаленості від центру вибуху, приведена в табл. 2.2-2.3.

Таблиця 2.2 – Дія ударної хвилі

Радіус зони	Характеристика дії ударної хвилі
$R_1 = 3,8 R_0$	Повна руйнація будівель
$R_2 = 5,6 R_0$	Межа області часткової руйнації: 50% - 75% стін зруйновано або знаходяться на межі зруйнування
$R_3 = 9,6 R_0$	Межа області значних пошкоджень: пошкодження деяких конструктивних елементів, що несуть навантаження
$R_4 = 28 R_0$	Межа області мінімальних пошкоджень: розрив з'єднань і розділення конструкцій
$R_5 = 56 R_0$	Повне руйнування віконних шибок

Таблиця 2.3 – Вплив надлишкового тиску вибуху на людину

Вид пошкоджень	Характеристика ураження	Надлишковий тиск вибуху, кПа
Легкі	Легка контузія, тимчасова втрата слуху, ушиби та вивихи кінцівок	20...40
Середні	Травми мозку з втратою свідомості, пошкодження органів слуху, кровотеча з носу та вух, сильні переломи та вивихи кінцівок	40...60
Важкі	Сильна контузія всього організму, пошкодження внутрішніх органів та мозку, важкі переломи кінцівок. Можлива смерть.	60...100
Понад важкі	Отримані травми досить часто призводять до смерті.	Понад 100

Нижче наведені орієнтовні розрахунки зон руйнації та можливого травмування персоналу у випадку аварії та вибуху водню у водневому газгольдері.

Визначення тротилового еквівалента вибуху:

$$W_T = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{g \cdot z \cdot m}{g} = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{119841 \cdot 0,1 \cdot 175,9}{42000} = 22,28 \text{ кг}, \quad (2.9)$$

де W_T - тротиловий еквівалент вибуху парогазового середовища, кг;
 0,4 - частка енергії вибуху парогазового середовища, що витрачається на формування ударної хвилі;
 0,9 - частка енергії вибуху тринітротолуолу (ТНТ), що витрачається на формування ударної хвилі;
 $g/$ - питома теплота згоряння парогазового середовища, кДж/кг;
 g - питома енергія вибуху ТНТ, кДж/кг;
 z - частка наведеної маси парогазових речовин, що беруть участь у вибуху (для водню $z=0,1$);
 m - маса парогазових речовин, що беруть участь у вибуху, кг

Розрахунок радіусу руйнації (R_0 , м):

$$R_0 = \frac{\sqrt[3]{W_T}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{W_T}\right)^2\right]^{0,167}} = \frac{\sqrt[3]{22,28}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{22,28}\right)^2\right]^{0,167}} = 4,89 \text{ м}, \quad (2.10)$$

Визначення радіусів зон (м) можливої руйнації і травмування персоналу, використовуючи дані щодо класифікації зон, які наведені в таблиці 2.2:

$$R_1 = K \cdot R_0 = 3,8 \cdot 4,89 = 18,58 \text{ м (1 зона) — } \Delta P = 100 \text{ кПа}$$

$$R_2 = 5,6 \cdot 4,89 = 27,38 \text{ м (2 зона) — } \Delta P = 70 \text{ кПа}$$

$$R_3 = 9,6 \cdot 4,89 = 46,94 \text{ м (3 зона) — } \Delta P = 28 \text{ кПа}$$

$$R_4 = 28 \cdot 4,89 = 136,92 \text{ м (4 зона) — } \Delta P = 14 \text{ кПа}$$

$$R_5 = 56 \cdot 4,89 = 273,84 \text{ м (5 зона) — } \Delta P = 2 \text{ кПа}$$

При надлишковому тиску 2 кПа (в радіусі 273,84 м) відбувається руйнування виробів із скла і скляних деталей, що може призвести до травмування обслуговуючого персоналу.

Надлишковий тиск 14 кПа (в радіусі 136,92 м) призводить до легких травм обслуговуючого персоналу і характеризується забоями, вивихами, тимчасовою втратою слуху, загальною контузією.

Надлишковий тиск 28 кПа (в радіусі 46,94 м) призводить до отримання середніх травм обслуговуючого персоналу і характеризується важкою контузією всього організму, пошкодженням органів слуху, кровотечею з носу і вух, а також сильними вивихами кінцівок.

Надлишковий тиск 70 кПа (в радіусі 27,38 м) призводить до важких травм обслуговуючого персоналу і характеризується важкою контузією всього організму, пошкодженням органів слуху, кровотечею з носу і вух, а також сильними вивихами кінцівок.

Надлишковий тиск 100 кПа (в радіусі 18,58 м) призводить до надзвичайно важких травм, які можуть призвести до смертельних наслідків, до руйнування металевих і бетонних каркасів та конструкцій.

Повні руйнування основного технологічного обладнання та смертельне травмування людей при вибуху водневого газгольдеру можливе при надлишковому тиску на фронті ударної хвилі понад 100 кПа.

Розглянутий варіант розрахунку надлишкового тиску вибуху водню в кількості 175,9 кг характеризується повним руйнуванням технологічних конструкцій та отриманням смертельних травм людей на відстані 18,58 м від епіцентру вибуху.

Максимальний надлишковий тиск вибуху на відстані 30 м від місця вибуху становить 48,5 кПа.

3. Вражаючий фактор - інтенсивність теплового випромінювання при пожежі

Вихідні дані:

- речовина - бензин А-92;
- аварія - розгерметизація автоцистерни, розлив, пожежа;
- площа розливу (пожежі) 648 м²

Розрахунок.

- Визначення інтенсивності теплового випромінювання при горінні розлитого бензину АІ-92 на площі 648 м², що виникла під час розгерметизації автоцистерни, здійснюємо за методикою [12].

- Розрахунок ефективного діаметру розливу бензину при аварії на АЗС:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_B}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 648}{3,14}} = 28,7 \text{ м}, \quad (3.1)$$

Визначення висоти полум'я:

$$H = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{M_V}{\rho_{\Gamma, \Pi} \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 28,7 \cdot \left(\frac{62 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot \sqrt{9,81 \cdot d}} \right)^{0,61} = 35,4 \text{ м}, \quad (3.2)$$

де $M_V = 62 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ – питома масова швидкість вигорання палива.

Визначення кутового коефіцієнта опромінення $F_q: F_q = \sqrt{(F_B^2 + F_{\Gamma}^2)}$,

де F_B, F_{Γ} - фактори опромінення для вертикальної і горизонтальної площадок відповідно, які визначаємо за формулами:

$$F_B = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{S} \cdot \arctg \left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} \right) - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right\} \right],$$

$$F_{\Gamma} = \frac{1}{\pi} \left[\frac{\left(B - \frac{1}{S} \right)}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}} \right) - \frac{\left(A - \frac{1}{S} \right)}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right],$$

$$A = \frac{(h^2 + S^2 + 1)}{2 \cdot S}, \quad B = \frac{(1 + S^2)}{2 \cdot S}, \quad S = \frac{2 \cdot r}{d}, \quad h = \frac{2 \cdot H}{d}, \quad (3.3)$$

де r - відстань від геометричного центра розливу до об'єкта, що опромінюється, м, тоді:

$$S = 2 \cdot \frac{40}{28,7} = 2,8; \quad h = 2 \cdot \frac{35,4}{28,7} = 2,47; \quad A = \frac{2,47^2 + 2,8^2 + 1}{2 \cdot 2,8} = 2,67; \quad B = \frac{1 + 2,8^2}{2 \cdot 2,8} = 1,58$$

$$F_B = \frac{1}{3,14} \left[\frac{1}{2,8} \cdot \arctg \left(\frac{2,47}{\sqrt{2,8^2 - 1}} \right) - \frac{2,47}{2,8} \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{2,8-1}{2,8+1}} \right) - \frac{2,67}{\sqrt{2,67^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,67+1) \cdot (2,8-1)}{(2,67-1) \cdot (2,8+1)}} \right) \right\} \right] = 0,16$$

$$F_{\Gamma} = \frac{1}{3,14} \left[\frac{\left(1,58 - \frac{1}{2,8} \right)}{\sqrt{1,58^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(1,58+1) \cdot (2,8-1)}{(1,58-1) \cdot (2,8+1)}} \right) - \frac{\left(2,67 - \frac{1}{2,8} \right)}{\sqrt{2,67^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,67+1) \cdot (2,8-1)}{(2,67-1) \cdot (2,8+1)}} \right) \right] = 0,07$$

$$F_q = \sqrt{0,16^2 + 0,07^2} = 0,175.$$

Визначення коефіцієнта пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу:

$$\psi = \exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5 \cdot d)] = \exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (40 - 0,5 \cdot 28,7)] = 0,982$$

Оскільки $d=28,7$ м, то $E_f=35$ кВт/м², тоді:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi = 35 \cdot 0,175 \cdot 0,982 = 6 \text{ кВт/м}^2 \quad (3.5)$$

де q – інтенсивність теплового випромінювання, кВт/м²;

E_f - середньповерхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я, кВт/м²;

F_q - кутовий коефіцієнт опромінення.

Термічний вплив на людину пов'язаний з перегрівом і подальшими біохімічними змінами верхніх шарів шкіри. Людина відчуває сильний (ледь стерпний) біль, коли температура верхнього шару шкіряного покриву (0,1 мм) підвищується до 45 °С. При густині теплового потоку, що менша за 1,7 кВт/м², біль не відчувається навіть при тривалому тепловому впливі. Ступінь термічного впливу залежить від величини теплового потоку та тривалості теплового випромінювання.

У табл. 3.1. представлені граничні параметри при ураженні людей тепловим випромінюванням

Таблиця. 3.1 – Граничні параметри при ураженні людей тепловим випромінюванням

Ступінь травмування	Інтенсивність теплового випромінювання, кВт/м ²
Опіки III ступеня	49,0
Опіки II ступеня	27,4
Опіки I ступеня	9,6
Безпечний поріг	4,0
Больовий поріг (больючі відчуття на шкірі та слизистих оболонках)	1,4

4. Розгляд ідентифікації об'єкту підвищеної небезпеки

Вихідні дані:

Назва об'єкту: Стационарна АЗС з АГЗП ТОВ «АТП».

Перелік джерел небезпеки (виробничих одиниць), у яких розміщені небезпечні речовини:

1. Підземний резервуар зберігання бензину – 4 одиниці (об'єм кожної $V= 8\text{м}^3$);
2. Підземний резервуар зберігання дизельного палива – 1 одиниця (об'єм $V= 8\text{м}^3$);
3. Технологічні трубопроводи бензину до паливороздавальних колонок;
4. Технологічні трубопроводи дизельного пального до паливороздавальних колонок;
5. Підземний резервуар зрідженого газу – 2 одиниці (об'єм кожної $V= 5\text{м}^3$);
6. Технологічний трубопровід зрідженого газу до газороздавальної колонки;
7. Автоцистерна, що доставляє дизельне паливо об'ємом 10 м^3 ;
8. Автоцистерна для перевезення ЗВГ об'ємом $7,25\text{ м}^3$.

Визначити чи стационарна АЗС з АГЗП ТОВ «АТП» відноситься до об'єкту підвищеної небезпеки?

Розрахунково-пояснювальна записка

Відповідно до вимог Порядку ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та їх обліку затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13 вересня 2022 року №1030 «Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки» ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки проводиться юридичними або фізичними особами – підприємцями стосовно об'єктів, які перебувають у їх власності або користуванні.

Ідентифікація об'єкта підвищеної небезпеки відповідно до Порядку проводиться трьома етапами.

Перший етап.

На першому етапі складається перелік небезпечних речовин за індивідуальними назвами, класами небезпечних речовин та категоріями небезпеки, наведеними відповідно в таблицях 1 і 2 додатка 1 Порядку, що розміщені або можуть розміщатися у виробничих одиницях згідно з проектною та технічною документацією.

Перелік небезпечних речовин за індивідуальними назвами

№ з/п	Назва індивідуальної небезпечної речовини	Порядковий номер відповідно таблиці 1 Порядку
1	Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо, бензин)	34
2	Зріджені займисті гази	18

Класи та категорії визначаються відповідно до вимог Порядку

№ з/п	Назва небезпечної речовини	Клас небезпечної речовини	Категорія небезпеки
1	Бензин	P5c «Займисті рідини»	2
2	Дизельне паливо	P5c «Займисті рідини»	2
3	Пропан-бутан	P2 «Займисті гази»	1

Другий етап

На другому етапі складається перелік виробничих одиниць, які містять небезпечні речовини, визначені згідно з пунктом 5 Порядку.

№ з/п	Перелік джерел небезпеки, які містять небезпечні речовини	Назва небезпечної речовини	Розташування виробничої одиниці
1	Підземний резервуар зберігання бензину ($V= 8\text{м}^3$)	Нафтопродукти та альтернативні види палива (бензин)	Територія АЗС та АГЗП
2	Підземний резервуар зберігання бензину ($V= 8\text{м}^3$)	Нафтопродукти та альтернативні види палива (бензин)	Територія АЗС та АГЗП
3	Підземний резервуар зберігання бензину ($V= 8\text{м}^3$)	Нафтопродукти та альтернативні види палива (бензин)	Територія АЗС та АГЗП
4	Підземний резервуар зберігання бензину ($V= 8\text{м}^3$)	Нафтопродукти та альтернативні види палива (бензин)	Територія АЗС та АГЗП
5	Технологічні трубопроводи бензину до паливороздавальних колонок	Нафтопродукти та альтернативні види палива (бензин)	Територія АЗС та АГЗП
6	Підземний резервуар зберігання дизельного палива ($V= 8\text{м}^3$)	Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо)	Територія АЗС та АГЗП
7	Технологічні трубопроводи дизельного пального до паливороздавальних колонок	Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо)	Територія АЗС та АГЗП
8	Підземний резервуар зрідженого газу ($V= 5\text{м}^3$);	Зріджений нафтовий газ (пропан-бутан)	Територія АЗС та АГЗП
9	Підземний резервуар зрідженого газу ($V= 5\text{м}^3$);	Зріджений нафтовий газ (пропан-бутан)	Територія АЗС та АГЗП
10	Технологічний трубопровід зрідженого газу до газороздавальної колонки	Зріджені займисті гази (пропан-бутан)	Територія АЗС та АГЗП
11	Автоцистерна, що доставляє дизельне паливо об'ємом 10 м^3	Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо)	Територія АЗС та АГЗП
12	Автоцистерна для перевезення ЗВГ об'ємом $7,25\text{ м}^3$	Зріджені займисті гази (пропан-бутан)	Територія АЗС та АГЗП

Третій етап

На третьому етапі визначається маса небезпечної речовини в кожній окремій виробничій одиниці та проводиться розрахунок загальної маси небезпечних речовин окремо для кожної індивідуальної назви небезпечної речовини, визначеної згідно з таблицею 1 додатка 1 Порядку.

Визначення маси небезпечних речовин:

Резервуар з дизельним паливом:

На об'єкті встановлено 1 резервуар з дизельним паливом об'ємом 8 м³.

– щільність (ρ) дизельного палива за нормальних умов складає 0,845 т/м³;

– відсоток заповнення резервуару – 95%.

Маса небезпечної речовини дорівнює:

$$Q = V \cdot \rho \cdot 0,95 = 8 \cdot 0,845 \cdot 0,95 = 6,4 \text{ т.}$$

Резервуари з бензином:

На об'єкті встановлено 4 резервуара з бензином об'ємом по 8 м³. Загальний об'єм 32 м³.

– щільність (ρ) бензину за нормальних умов складає 0,775 т/ м³;

– відсоток заповнення резервуару – 95%.

Маса небезпечної речовини дорівнює

$$Q = V \cdot \rho \cdot 0,95 = (4 \cdot 8) \cdot 0,775 \cdot 0,95 = 23,56 \text{ т.}$$

Технологічні трубопроводи дизельного палива.

Враховуючи параметри трубопроводу, а саме: довжина, зовнішній діаметр трубопроводу, товщина стінки трубопроводу, щільність дизельного палива.

Маса дизельного палива у трубопроводі складає 0,1 т.

Технологічні трубопроводи бензину.

Враховуючи параметри трубопроводу, а саме довжину, зовнішній діаметр трубопроводу, товщину стінки трубопроводу, щільність бензину.

Маса бензину у трубопроводі складає 0,1 т.

Місце зливу автоцистерни з дизельним паливом

На місце зливу подається автоцистерна об'ємом 10 м³.

Загальний об'єм автоцистерни (V) становить – 10 м³ ;

Щільність (ρ) дизельного палива за нормальних умов складає 0,845 т/м³;

Відсоток заповнення ємності – 95%.

Маса небезпечної речовини дорівнює:

$$Q = V \cdot \rho \cdot 0,95 = 10 \cdot 0,845 \cdot 0,95 = 8,02 \text{ т.}$$

Для розрахунку приймається автоцистерна з дизельним паливом, оскільки густина дизельного палива більше чим густина бензину та на місці зливу згідно із технологічним регламентом може перебувати лише одна автоцистерна.

Майданчик зберігання зрідженого вуглеводного газу.

На об'єкті встановлено 2 резервуара об'ємом по 5 м³; загальним об'ємом 10 м³

Щільність (ρ) зрідженого газу пропан-бутан за нормальних умов складає 0,55 т/м³;

Відсоток заповнення резервуару – 85 %.

Маса небезпечної речовини дорівнює:

$$Q = V \cdot \rho \cdot 0,85 = (2 \cdot 5) \cdot 0,55 \cdot 0,85 = 4,67 \text{ т.}$$

*- будь-яка ємність, що містить зріджений газ заповнюється не більше, ніж на 85% саме через зміну щільності та зміну об'єму, займаного сумішшю.

Технологічні трубопроводи зрідженого газу

Враховуючи параметри трубопроводу, а саме: довжина, зовнішній діаметр трубопроводу, товщина стінки трубопроводу, щільність зрідженого нафтового газу (пропан-бутан).

Маса зрідженого нафтового газу (пропан-бутан) у трубопроводі складає 0,0045 т.

Місце зливу автоцистерни із зрідженим газом

На місце зливу подається автоцистерна об'ємом 7,25 м³;

Загальний об'єм автоцистерни (V) становить - 7,25 м³;

Щільність (ρ) газу пропан-бутан за нормальних умов складає 0,55 т/м³;

Відсоток заповнення ємності – 85 %.

Маса небезпечної речовини дорівнює:

$$Q = V \cdot \rho \cdot 0,95 = 7,25 \cdot 0,55 \cdot 0,85 = 3,38 \text{ т.}$$

Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин та розрахунки порогових мас для двох сценаріїв:

Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин до порогових мас небезпечної речовини за індивідуальною назвою чи відповідним класом небезпечної речовини (категорією безпеки).

У разі коли на об'єкті загальна маса небезпечних речовин, визначена відповідно до пунктів 7 і 8 Порядку, дорівнює або перевищує порогову масу небезпечної речовини за індивідуальною назвою чи відповідним класом небезпечної речовини (категорією безпеки), такий об'єкт належить до об'єкта підвищеної безпеки відповідного класу.

Таблиця – Порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами

Назва небезпечної речовини	Нормативи порогової маси, тонн, для віднесення об'єкта до об'єкта підвищеної безпеки		
	1 класу	2 класу	3 класу
Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо, бензин)	25000	2500	250
Зріджені займісті гази (пропан-бутан)	200	50	12.5

Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою до порогових мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою (кисень) для 1 класу:

Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо, бензин)

$$38,18 \text{ т} < 25000 \text{ т}$$

Зріджені займісті гази (пропан-бутан)

$$8,05 \text{ т} < 200 \text{ т}$$

Сумарні маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами не перевищують порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами 1 класу.

Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою до порогових мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою для 2 класу:

Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне пальне, бензин)

$$38,18 \text{ т} < 2500 \text{ т}$$

Зріджені займісті гази (пропан-бутан)

$$8,05 \text{ т} < 50 \text{ т}$$

Сумарні маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами не перевищують порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами 2 класу.

Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою до порогових мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою для 3 класу:

Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне пальне, бензин)

$$38,18 \text{ т} < 250 \text{ т}$$

Зріджені займісті гази (пропан-бутан)

$$8,05 \text{ т} < 12,5 \text{ т}$$

Сумарні маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами не перевищують порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами 3 класу.

У разі коли на об'єкті відсутні певні небезпечні речовини із загальною масою, що перевищує або дорівнює відповідній пороговій масі, з метою вирішення питання про віднесення об'єкта до об'єкта підвищеної небезпеки необхідно застосовувати такі формули:

Об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 1 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{1i}} \geq 1$$

де q_i - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1;

Q_{1i} - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 1 класу, визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1;

$$\frac{38,18}{25000} + \frac{8,05}{200} = 0,041 < 1 \text{ (не перевищує)}$$

2) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 2 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{2i}} \geq 1$$

де q_i - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1;

Q_{2i} - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 2 класу, визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1;

$$\frac{38,18}{2500} + \frac{8,05}{50} = 0,18 < 1 \text{ (не перевищує)}$$

3) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 3 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{3i}} \geq 1$$

де q_i - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1;

Q_{zi} - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 3 класу визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1.

$$\frac{38,18}{250} + \frac{8,05}{12,5} = 0,79 < 1 \text{ (не перевищує)}$$

5. Висновок

Стационарна АЗС з АГЗП ТОВ «АТП» не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки.

Титульний лист

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

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

КУРСОВА РОБОТА

**з дисципліни
ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ**

Виконав: здобувач вищої освіти _____
(група)

(спеціальність)

(освітньо-професійна програма)

(ім'я та прізвище)

Керівник _____
(ім'я та прізвище)

100-бальна шкала _____

Члени комісії _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

(підпис) (ім'я та прізвище)

(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2023 рік

Додаток 1
Табл. 1

№ з/п.	Найменування об'єкта та його структурних підрозділів (цехів, установок)	Вихідні дані	ВАРІАНТИ				
			1	2	3	4	5
1	Товарно-сировинний цех нафтопереробного підприємства.	Відстань між об'єктами (м)	400	550	650	250	200
		Наявність елементів селитебної території та мінімальна відстань до них (м)	Залізнична колія, 800	Автодорога, 500	Автозаправна станція, 600	Селище «Червона нива», 2000	Залізнична станція, 950
	Структурні підрозділи: резервуарний парк № 1; резервуарний парк №2	Найменування небезпечної речовини	Бензин А-76, дизельне паливо	Дизельне паливо, мазут	Бензин А-95, мазут	Дизельне паливо, масло	Бензин А-92, дизельне паливо
		Характеристика технологічного обладнання (апаратів): структурний підрозділ; резервуари (РВС); об'єм (м ³), кількість (шт.); речовина	Парк №1-РВС-400, 6, бензин А-76; Парк №2-РВС-200, 2, дизпаливо	Парк №1-РВС-400, 4, дизпаливо; Парк №2-РВС-200, 6, мазут	Парк №1-РВС-400, 8, бензин А-95; Парк №2-РВС-200, 4, мазут	Парк №1-РВС- 400,10, дизпаливо; Парк №2-РВС-200, 2, масло	Парк №1-РВС-400, 5, бензин А-92; Парк №2-РВС-200,4, дизпаливо

№ з/п	Найменування об'єкта та його структурних підрозділів (цехів, установок)	Вихідні дані	ВАРІАНТИ				
			6	7	8	9	10
1	Жировий комбінат Структурні підрозділи: холодоцех, склад паливних матеріалів	Відстань між об'єктами (м)	200	250	280	350	480
		Наявність елементів селищної території та мінімальна відстань до них (м)	Житловий масив, 500	Автодорога, 350	Стадіон, 800	Лісопаркова зона, 300	Автозаправна станція, 650
		Найменування небезпечної речовини	Аміак дизпаливо	Аміак, мазут	Аміак, бензин А-76	Аміак, мазут	Аміак, дизпаливо
		Характеристика технологічного обладнання (апаратів): ресивери, резервуари, небезпечна речовина, т.	ресивер, аміак – 2,0; резервуар, дизпаливо-10	ресивер, аміак-1,5; резервуар, мазут-25	ресивер, аміак-2,5; резервуар, бензин А-76-30	ресивер, аміак-3,0; резервуар, мазут-40	ресивер, аміак-2,8; резервуар, дизпаливо-33

Табл. 3

№ з/п.	Найменування об'єкта його структурних підрозділів (цехів, установок)	Вихідні дані	ВАРІАНТИ				
			26	27	28	29	30
1	Теплоелектроцентрально.	Відстань між об'єктами (м)	300	500	150	200	350
		Наявність елементів селитової території та мінімальна відстань до них (м)	Житлові будинки, 950	автодорога, 450	Залізнична станція, 500	Залізнична дорога, 400	Автозаправна станція, 950
	Структурні підрозділи: машзала, склад мастила	Найменування небезпечної речовини	Водень, нафтове масло ТП-22	Водень, нафтове масло ТП-22	Водень, нафтове масло ТП-22	Водень, нафтове масло ТП-22	Водень, нафтове масло ТП-22
		Характеристика технологічного обладнання (апаратів): водневі ресивери, кг.	Водень -70	Водень-50	Водень -40	Водень -45	Водень -35

№ з/п.	Найменування об'єкта та його структурних підрозділів (цехів, установок)	Вихідні дані	ВАРІАНТИ				
			16	17	18	19	20
1	Лікєро-горілочне виробництво. Структурні підрозділи: спиртосховище, склад мазуту	Відстань між об'єктами (м)	500	450	280	350	480
		Наявність елементів селитєбної території та мінімальна відстань до них (м)	Житлові будинки, 1000	автодорога, 350	Залізнична станція, 600	Залізнична дорога, 750	Автозаправна станція, 950
		Найменування небезпечної речовини	Етиловий спирт, мазут	Етиловий спирт, мазут	Етиловий спирт, мазут	Етиловий спирт, мазут	Етиловий спирт, мазут
		Характеристика технологічного обладнання (апаратів): резервуари; речовина, кількість резервуарів (шт.)	Етиловий спирт, 3, мазут, 3.	Етиловий спирт, 4, мазут, 3	Етиловий спирт, 2, мазут, 4	Етиловий спирт, 3, мазут, 4	Етиловий спирт, 4, мазут, 2

Табл. 5

№ з/п.	Найменування об'єктата його структурних підрозділів (цехів, установок)	Вихідні дані	ВАРІАНТИ				
			11	12	13	14	15
1	Водопровідна насосна станція.	Відстань між об'єктами (м)	200	250	280	350	380
		Наявність елементів селищної території та мінімальна відстань до них (м)	Житловий масив, 800	Автодорога, 450	Стадіон, 900	Лісопаркова зона, 300	Автозаправна станція, 650
	Структурні підрозділи: склад хлору, хлораторна.	Найменування небезпечної речовини	Хлор	Хлор	Хлор	Хлор	Хлор
		Характеристика технологічного обладнання (апаратів): контейнер, хлоратор, небезпечна речовина, т.	Контейнер - 0,8; Хлоратор - 0,1	Контейнер - 0,7; Хлоратор - 0,15	Контейнер - 0,9; Хлоратор - 0,12	Контейнер - 0,6; Хлоратор - 0,13	Контейнер - 0,75; Хлоратор - 0,14.

Табл. 6

№ з/п.	Найменування об'єктата його структурних підрозділів (цехів, установок)	Вихідні дані	ВАРІАНТИ				
			21	22	23	24	25
1	Газонаповнююча станція.	Відстань між об'єктами (м)	100	90	150	200	350
		Наявність елементів селищної території та мінімальна відстань до них (м)	Житлові будинки, 950	Автодорога, 350	Залізнична станція, 500	Залізнична дорога, 400	Автозаправна станція, 950
	Структурні підрозділи: компресорний цех; резервуарний парк скраплених газів	Найменування небезпечної речовини	Метан	Пропан	Бутан	Пропан	Метан
		Характеристика технологічного обладнання (апаратів): компресори, речовина, м ³ .	Метан-70	Пропан -40	Бутан -30	Пропан -55	Метан -45

Приклад побудови логічної схеми виникнення і розвитку можливих аварій



Рис. 1 – . Сценарій виникнення та розвитку аварії в аміачно-компресорному відділенні

Навчальне видання

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ

Методичні вказівки до виконання курсової роботи

які навчаються на другому (магістерському) рівні
за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»,
в галузі знань 26 «Цивільна безпека»
(освітньо-професійні програми: «Пожежна безпека»,
«Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи»,
«Управління пожежною безпекою»)

Підписано до друку 15.12.2023. Формат 60x84 1/16.

Умовн.-друк. арк. 2,6.

Вид. № 76/23.

Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94.

www.nuczu.edu.ua