

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ У ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТАХ ТА РОБОТАХ
РОЗДІЛУ «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА
В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»
ЗА ОСВІТНІМ РІВНЕМ «МАГІСТР» ДЛЯ СТУДЕНТІВ
СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ «131 ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА», «133 ГАЛУЗЕВЕ
МАШИНОБУДУВАННЯ», «144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА»

Затверджено на засіданні кафедри
охорони праці та БЖД
протокол № 6 від 18.06.2018 р.

Дніпро ДВНЗ УДХТУ 2019

Методичні вказівки до виконання у дипломних проектах та роботах розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» за освітнім рівнем «Магістр» для студентів спеціальностей «131 Прикладна механіка», «133 Галузеве машинобудування», «144 Теплоенергетика» / Укл. : В.О. Герасименко, Д.Б. Шаталін, І. П. Кушнір. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2019. – 26 с.

Укладачі: В.О. Герасименко, канд. хім. наук;
Д.Б. Шаталін, канд. с-г. наук;
І. П. Кушнір

Відповідальний за випуск Н. Б. Мітіна, канд. техн. наук

Навчальне видання
Методичні вказівки до виконання
у дипломних проектах та роботах
розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»
за освітнім рівнем «Магістр» для студентів
спеціальностей «131 Прикладна механіка», «133 Галузеве
машинобудування», «144 Теплоенергетика»

Укладачі: ГЕРАСИМЕНКО Володимир Олександрович
ШАТАЛІН Дмитро Борисович
КУШНІР Ірина Петрівна

Технічний редактор Т.М. Кіжло
Комп'ютерна верстка Т.М. Кіжло

Підписано до друку 06.06.19. Формат 60×841/16. Папір ксерокс. Друк різнограф.
Умов. друк. арк. 1,18. Обл.-вид. арк. 1,25. Тираж 100 прим. Зам. № 241.
Свідоцтво ДК № 5026 від 16.12.2015

ДВНЗ УДХТУ, просп. Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005

Редакційно-видавничий відділ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Розділ «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» являє собою окрему частину дипломного проекту або роботи і складається з пояснювальної записки та графічної частини.

Зміст його має бути коротким, без повторення даних, які відображені у інших розділах проекту (роботи). Вміст розділу – приблизно 12-15 сторінок.

Не варто складати спеціальний “Вступ” до розділу. У загальному “Вступі” до дипломного проекту (роботи) необхідно відобразити завдання, які стоять перед підприємствами даної галузі для подальшого покращення умов праці.

Матеріал необхідно викласти у послідовності, яку наведено у даних рекомендаціях. Всі прийняті технічні рішення повинні бути обґрунтовані інженерними розрахунками, посиланнями до нормативної документації, аналізуватися щодо відповідності сучасному рівню розвитку науки та техніки.

Чернетку розділу, надруковану на комп’ютері на листах формату А4 (шрифт Times New Roman, 14-й розмір, інтервал 1,5) або написану на аркушах стандартного розміру акуратно, розбірливим почерком, студент представляє на перевірку викладачу-консультанту у встановлений графіком термін. Розділ має бути виконаний у відповідності з вимогами стандартів на оформлення нормативних документів.

Викладач пише свої висновки на титульному аркуші чернетки, який повинен зберігатися до закінчення роботи над розділом. Для остаточного узгодження змісту розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» студент повинен представити консультанту чистовий варіант та чернетку, яка повинна залишатися у консультанта до закінчення роботи на проектом (роботою).

У загальному списку літератури, який наведено у кінці пояснювальної записки проекту (роботи), повинна бути вказана література з охорони праці, яка використовувалася при написанні розділу. Посилання на літературу мають бути вказані відповідно до вимог стандартів на оформлення нормативних документів у квадратних скобках по тексту.

Після виконання студентом розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» у відповідності з цими методичними рекомендаціями консультант з охорони праці підписує титульний аркуш пояснювальної записки дипломного проекту або роботи, а також креслення:

- генеральний план підприємства;
- компоновка обладнання у цеху або на відкритому майданчику;
- поперечний та повздовжній розріз цеху.

Складаючи доповідь (тези) виступу для захисту дипломного проекту (роботи), студент повинен передбачити час для стислого освітлення розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях».

1 СТРУКТУРА ВИКЛАДЕННЯ РОЗДІЛУ «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» У ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТАХ

1.1 Характеристика об'єкта, що проектується, та місця його розташування

У цьому підрозділі слід навести відомості щодо просторового розміщення проектованого або реконструйованого об'єкта (наявність виробничих майданчиків, будівель нових або існуючих), а також підприємства, на території якого планується розмістити зазначений об'єкт (визначити характер виробничих процесів діючого підприємства, клас шкідливості, ширину санітарно-захисної зони та їх відповідність нормам із урахуванням відстані та розташування підприємства відносно населеного пункту).

Розташування підприємства відносно населеного пункту, переважаючий напрямок вітрів для даної місцевості, регіону. Передбачувані розриви між будівлями, спорудами (санітарні, протипожежні).

Рельєф місцевості, наявність та рівень залягання ґрунтових вод.

Джерела водопостачання підприємства.

Тип і ширина автомобільних доріг.

Зонування території підприємства (при наявності генплану).

1.2 Характеристика негативних факторів проектованого об'єкта

Навести перелік всіх груп факторів, властивих даному виробничому підрозділу.

Наявність хімічно небезпечних та шкідливих виробничих факторів (навести перелік та характеристику хімічних сполук, які входять до складу сировини, реактивів, напівпродуктів, та отриманих речовин, що застосовуються у виробництві); токсичність, характер дії на організм, гранично допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, клас безпеки [20].

Наявність та характеристика біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів: макро- та мікроорганізмів, продуктів їх життєдіяльності, вплив їх на організм людини стосовно конкретних умов виробництва [20].

Наявність фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів: їх інтенсивність та можливі наслідки впливу на організм людини (їх повний перелік, з якого необхідно вибрати можливі фізичні фактори на даному виробництві, дивись у додатку А).

1.3 Оцінка стану проектованого об'єкту в надзвичайних ситуаціях

Зважаючи на небезпеку виникнення надзвичайних ситуацій, які в хімічних виробництвах імовірніше пов'язані із витіканням, випаровуванням

летких рідин та утворенням вибухонебезпечних пароповітряних сумішей при аваріях, слід виконати оцінку можливих наслідків таких ситуацій. Для цього необхідно навести перелік застосовуваних у технологічному процесі речовин (матеріалів), зазначити агрегатний стан, основні показники пожежонебезпечності горючих речовин за формою, вказаною у таблиці Б. 1 (додаток Б), які слід узяти із довідника [2, 23] або виробничої технічної документації.

Слід також визначити особливості технологічного процесу, які визначають його пожежонебезпечність, можливість виникнення та дії зовнішніх джерел займання (нагрівальні пристрої, пальники, перевантажені електромережі та/або електрообладнання, розряди статичної або атмосферної електрики та інше), а також внутрішніх джерел займання (прояви теплового, мікробіологічного, хімічного самозаймання).

При відсутності горючих речовин розрахувати надлишковий тиск вибуху балонів із стисненими або зрідженими газами (додаток В) згідно варіанту індивідуального завдання (таблиця В.1).

При наявності горючих речовин розрахувати надлишковий тиск вибуху найбільш пожежонебезпечної речовини, яка застосовується у технологічному процесі, або згідно варіанту індивідуального завдання (додаток Г, таблиця Г.1 або додаток Д, таблиця Д.1).

Користуючись довідковими даними, визначити можливі негативні наслідки вибухів для обслуговуючого персоналу, а також ступінь руйнування і відносні збитки від руйнування будівель і споруд.

Номер варіанту вихідних даних повинен відповідати порядковому номеру студента в учбовому журналі.

Визначити категорії приміщень і будівель і клас зони з вибухо- і пожежонебезпеки згідно [16, 21, 22] та навести їх за формою, вказаною в таблиці Г.5 (додаток Г).

1.4 Заходи зі створення безпечних та здорових умов праці, передбачені проектом

У цьому підрозділі повинні бути наведені основні технічні заходи, розроблені студентом-дипломником зі створення безпечних та здорових умов праці, та висвітлюватись такі питання:

- ступінь автоматизації об'єкта та його вплив на стан охорони праці;
- механізація важких та трудомістких процесів, заміна ручної праці механізованою;
- дистанційне керування;
- вимоги до апаратів, трубопроводів та комунікацій, наявність теплоізоляції, розпізнавальне забарвлення комунікацій;
- застосування запобіжних та блокувальних пристроїв (рукоусувач, вимикач, клапани, мембрани, сигналізатори безпеки та ін.);

- огороження небезпечних зон, рухомих частин апаратів, машин та механізмів, майданчиків, “етажерок” та ін.;
- захист від шкідливої дії шуму, вібрації;
- класифікація приміщень за ступенем електробезпеки;
- електробезпека: заземлення електрообладнання, технологічного обладнання, металоконструкцій та інші заходи з захисту від електротравм; навести розрахунок і схему захисного заземлення;
- боротьба зі статичною електрикою;
- освітлення: природне освітлення, його види (бокове, верхнє, комбіноване); нормоване значення коефіцієнта природної освітленості з урахуванням характеру зорової роботи; штучне освітлення: система освітлення (загальна, комбінована), норми освітленості в залежності від характеру роботи, вибір джерела світла; типу світильника, розрахунок необхідної кількості світильників та їх розміщення; аварійне освітлення;
- вентиляція, види вентиляції: природна і штучна; розрахунок повітрообміну за одним з визначальних факторів (за виділенням шкідливих речовин, за надлишковим теплом та ін.); розрахунок необхідної кількості вентиляторів, підбір вентиляторів, їх типи і основні характеристики; розрахунок кратності повітрообміну; аварійна вентиляція;
- безпека розташування обладнання, допустима відстань між ним і стінами будівель і споруд та ін.;
- безпека внутрішньозаводського і цехового транспорту;
- опалення, водопостачання і каналізація;
- допоміжні і санітарно-побутові приміщення;
- засоби індивідуального захисту, спецодяг;
- раціональна організація праці і відпочинку працівників.

1.5 Протипожежні заходи

Пожежна безпека повинна створюватись системою заходів попередження пожеж і пожежного захисту. В цьому розділі слід навести:

- характеристику будівель і споруд за ступенем вогнестійкості (межа вогнестійкості, група горючості);
- поверховість споруд, ширина сходових маршів, дверей, проходів, кількість евакуаційних виходів, пожежних драбин та ін.;
- протипожежні перепони, розриви;
- способи пожежо- і вибухобезпечного проведення технологічного процесу;
- вибір виконання електроустаткування, що створює пожежо- і вибухобезпеку;
- категорія і схема блискавкозахисту, розрахунок розміру блискавкозахисного пристрою;
- засоби пожежного зв'язку і сигналізації.

Вогнегасні агенти, які передбачено застосовувати у проектованому об'єкті. Забезпечення об'єкта первинними засобами пожежогасіння у відповідності з нормами, розрахунок їх кількості.

Система протипожежного водопостачання, зовнішній і внутрішній водопроводи.

Види і розташування автоматичних стаціонарних систем пожежогасіння.

Визначення витрати води на зовнішнє і внутрішнє пожежогасіння у залежності від вогнестійкості і категорії за вибухопожежною і пожежною небезпекою приміщень і споруд.

2 ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

В графічній частині повинно бути передбачене наступне:

2.1 На кресленнях генерального плану підприємства необхідно вказати:

– розташування будівель, споруд і складів на території проектованого виробництва по зонах у відповідності з виробничими ознаками, характером небезпеки і режимом робіт;

– розташування виробничих, адміністративних, допоміжних будівель і складів з урахуванням переважаючого напрямку вітру, максимальної аерації і інсоляції (опромінення сонячним світлом);

– позначення прийнятих нормативних відстаней між виробничими і допоміжними будівлями;

– позначення проїздів і транспортних шляхів на території підприємства;

– упорядкування і озеленення території.

2.2 На кресленнях плану компоновки обладнання в цеху чи на відкритому майданчику необхідно вказати:

– склад і розміщення виробничих, побутових і підсобних приміщень;

– ширину світлових прорізів, що забезпечують нормальну освітленість робочих місць;

– шляхи евакуації, виходу людей в залежності від категорії виробництва з пожежної небезпеки та поверховості споруди;

– прорізи для монтажу та демонтажу обладнання (монтажні прорізи);

– тамбур-шлюзи у випадку необхідності ізоляції вибухонебезпечних приміщень від інших виробничих чи побутових приміщень;

– розташування обладнання на відкритому майданчику, “етажерці”, в компресорній, насосній та інших приміщеннях у відповідності з нормами;

– склад побутових приміщень в залежності від санітарної характеристики виробничих процесів, розміщення гардеробних, душових, туалетів та ін.

2.3 На кресленнях поперечних та повздовжніх розрізів цеху, установки, “етажерки” повинні бути вказані:

– позначення висоти приміщень, поверховість, розміри віконних прорізів, висота обладнання, типи світлових ліхтарів, драбини, розташування майданчиків, огорожень;

– розташування допоміжних, під'ємно-транспортних механізмів.

3 СТРУКТУРА ВИКЛАДЕННЯ РОЗДІЛУ «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» В ДИПЛОМНИХ РОБОТАХ

3.1 Оцінка умов, в яких виконується дослідницька робота

Характер виконуваних робіт за їх шкідливістю і небезпечністю: наявність та характеристика фізичних, хімічних, біологічних та психофізіологічних факторів (їх повний перелік наведено в додатку А).

Характеристика застосовуваних речовин, реактивів, напівпродуктів і отримуваних речовин: токсичність, характер дії на організм, гранично допустимі концентрації, клас небезпеки [20], можливі причини виділення шкідливих речовин в повітря робочої зони.

3.2 Оцінка стану об'єкту в надзвичайних ситуаціях

Зважаючи на небезпеку виникнення надзвичайних ситуацій, які в хімічних лабораторіях імовірніше пов'язані із витіканням, випаровуванням летких рідин та утворенням вибухонебезпечних пароповітряних сумішей при аваріях, слід виконати оцінку можливих наслідків таких ситуацій. Для цього необхідно навести перелік застосовуваних у дослідженні речовин (матеріалів), зазначити агрегатний стан, основні показники пожежонебезпечності горючих речовин за формою, вказаною у таблиці Б. 1 (додаток Б), які слід узяти із довідника [2, 23] або виробничої технічної документації.

Слід також визначити особливості виконання дослідження, які визначають його пожежонебезпечність, можливість виникнення та дії зовнішніх джерел займання (нагрівальні пристрої, пальники, перевантажені електромережі та/або електрообладнання, розряди статичної або атмосферної електрики та інше), а також внутрішніх джерел займання (прояви теплового, мікробіологічного, хімічного самозаймання).

При наявності горючих речовин розрахувати надлишковий тиск вибуху найбільш пожежонебезпечної речовини (2 л рідини або 20 л газу з об'ємною швидкістю 3 л/хв.), які застосовуються в ході дослідження, або згідно варіанту індивідуального завдання (додаток Г, таблиця Г.1 або додаток Д, таблиця Д.1).

Користуючись довідковими даними, визначити можливі негативні наслідки вибухів для працівників кафедри, а також ступінь руйнування будівель і споруд (Додаток Д таблиці Д.2, Д.3). Номер варіанту вихідних даних повинен відповідати порядковому номеру студента в учбовому журналі.

Визначити категорію приміщення і клас зони з вибухо- і пожежонебезпеки згідно [16, 21, 22].

3.3 Заходи зі створення безпечних і здорових умов праці

Порядок зберігання, поводження і роботи зі шкідливими речовинами та біологічними препаратами.

Електробезпека: вид, частота і напруга використовуваного електричного струму. Класифікація приміщень лабораторії за небезпечністю ураження людей електричним струмом. Заходи безпеки при використанні електроенергії: застосування огорожень, автоблокіровок, запобіжних пристроїв. Заземлення, занулення, захисне відключення. Розрахунок захисного заземлення.

Вентиляція. Потрібні види вентиляції: природна, штучна, змішана. Приточна, витяжна, місцева, загальнообмінна вентиляція. Технічна характеристика витяжної шафи, зонта. Розрахунок об'ємної швидкості повітря, що виводиться через витяжну шафу, зонт. Вибір вентилятора.

Освітлення. Природне освітлення: бокове, верхнє, комбіноване; розряд виконуваної роботи; коефіцієнт природної освітленості. Штучне освітлення: загальне, місцеве, комбіноване. Норми освітленості в залежності від характеру роботи. Вибір джерела світла та типу світильників. Розрахунок кількості світильників та їх розміщення.

Метеорологічні умови в приміщенні лабораторії і відповідність їх нормам.

Опалення, водопостачання, каналізація.

Індивідуальні засоби захисту в лабораторному приміщенні.

3.4 Протипожежні заходи

Заходи безпеки при роботі з горючими і вибухонебезпечними речовинами:

– порядок зберігання, поводження і роботи з горючими речовинами, лужними металами, металоорганічними сполуками, вибухонебезпечними речовинами та ін.;

– використання безпечних методів нагрівання горючих речовин, що виключають можливість їх займання.

Заходи пожежобезпеки при роботі машин, механізмів, приладів, апаратів, установок.

Заходи безпеки при використанні балонів і посудин, що працюють під тиском: дотримання порядку зберігання, транспортування, а також відбору газів із балонів.

Засоби гасіння пожеж і займань: вогнегасники, їх тип і кількість, щити з протипожежним інвентарем, ящики з піском, азбестові ковдри та ін.; пожежний водопровід.

Пожежна сигналізація та телефонний зв'язок.

КЛАСИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ
ЧИННИКІВ [20]

Небезпечні і шкідливі виробничі чинники підрозділяються за природою дії на наступні групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі чинники підрозділяються на наступні:

– рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого устаткування; вироби, що пересуваються, заготовки, матеріали; конструкції, що руйнуються; гірські породи, що обрушуються;

– підвищена запилена і загазованість повітря робочої зони;

– підвищена або знижена температура поверхонь устаткування, матеріалів;

– підвищена або знижена температура повітря робочої зони;

– підвищений рівень шуму на робочому місці;

– підвищений рівень вібрації;

– підвищений рівень інфразвукових коливань;

– підвищений рівень ультразвуку;

– підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні і його різка зміна;

– підвищена або знижена вологість повітря;

– підвищена або знижена рухливість повітря;

– підвищена або знижена іонізація повітря;

– підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні;

– підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;

- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищена напруженість електричного поля;
- підвищена напруженість магнітного поля;
- відсутність або нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- знижена контрастність;
- пряма і відбита блискість;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- підвищений рівень ультрафіолетової радіації;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;

– гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і устаткування;

– розташування робочого місця на значній висоті щодо поверхні землі (підлоги);

– невагомість.

Хімічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники підрозділяються:

за характером дії на організм людини на:

– токсичні;

– подразливі;

– сенсibiliзуючі;

– канцерогенні;

– мутагенні;

– такі, що впливають на репродуктивну функцію;

за шляхом проникнення в організм людини через:

– органи дихання;

– шлунково-кишковий тракт;

– шкірні покриви і слизисті оболонки.

Біологічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники включають наступні біологічні об'єкти:

– патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, протисти) і продукти їх життєдіяльності.

– макроорганізми (рослини і тварини).

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники за характером дії підрозділяються на наступні:

а) фізичні перевантаження;

б) нервово-психічні перевантаження.

Фізичні перевантаження підрозділяються на:

– статичні;

– динамічні.

Нервово-психічні перевантаження підрозділяються на:

– розумове перенапруження;

– перенапруження аналізаторів;

– монотонність праці;

– емоційні перевантаження.

Основні показники пожежонебезпечності горючих речовин

Основні показники пожежонебезпечності горючих речовин (за агрегатним станом речовини) навести у вигляді таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Основні показники пожежонебезпечності горючих речовин

Речовина	Температура, °C		Нижня концентраційна межа вибуху, % об. (г/м ³)
	спалаху	самозаймання	
(горючий газ)			
(легкозаймиста рідина)			
(горюча рідина)			
(тверда горюча речовина)			

РОЗРАХУНОК НАДЛИШКОВОГО ТИСКУ ВИБУХУ БАЛОНІВ

Розрахувати надлишковий тиск вибуху балонів (табл. В.1) на відстані R від ділянки зварювання, визначити можливі негативні наслідки вибуху для обслуговуючого персоналу та ступінь руйнування будівлі.

Розрахунок виконують у наступній послідовності:

Визначають енергію вибуху балонів:

$$A_i = \frac{P_i - P_0}{\gamma_i - 1} \cdot V_i \quad (B.1)$$

де P_i – тиск у балоні при руйнуванні, $кПа$;

аргоновий, кисневий	22500
пропан-бутановий	2500
ацетиленовий	3500

P_0 – атмосферний тиск, прийняти $101 кПа$;

γ_i – показник адіабати:

аргон, кисень	1,4
пропан-бутан	1,13
ацетилен	1,23

V_i – об'єм балону, $м^3$.

Визначають тротиловий еквівалент:

$$TE_i = \frac{A_i}{4,6 \cdot 10^3} \quad (B.2)$$

Визначають надлишковий тиск у фронті вибухової хвилі для кожного балону:

$$\Delta P_i = \frac{105}{R} \cdot \sqrt[3]{q_i} + \frac{410}{R^2} \cdot \sqrt[3]{q_i^2} + \frac{1370}{R^3} \cdot q_i \quad (B.3)$$

де R – відстань від ділянки зварювання, $м$;

q_i – показник вільного розповсюдження вибухової хвилі:

$$q_i = 0,5 \cdot TE_i \quad (B.4)$$

Визначають загальний надлишковий тиск вибуху балонів:

$$\Delta P = \sum \Delta P_i$$

(B.5)

Користуючись довідковими даними, визначають можливі негативні наслідки вибуху для обслуговуючого персоналу (табл. B.2), а також ступінь руйнування будівель (табл. B.3).

Таблиця В.1 – Вихідні дані для розрахунку надлишкового тиску вибуху балонів

№ п/п	Параметри балонів		Відстань від ділянки зварювання, $R, м$	Тип будівлі
	гази	(об'єм балону, $V_{i, л}$)		
1	кисень (40) ацетилен (40)		2	цегляна багатоповерхова
2			4	
3			6	
4			10	
5	кисень (40) пропан–бутан (50)		2	
6			4	
7			6	
8			10	
9	кисень (40) ацетилен (40) аргон (40)		2	залізобетонні крупнопанельні із крановим обладнанням з вантажопідйомністю до 50 т
10			4	
11			6	
12			10	
13	кисень (40) пропан–бутан (50) аргон (40)		2	
14			4	
15			6	
16			10	
17	кисень (40) аргон (40)		2	залізобетонні крупнопанельні із крановим обладнанням з вантажопідйомністю 50–100 т
18			4	
19			6	
20			10	
21	ацетилен (40) аргон (40)		2	
22			4	
23			6	
24			10	
25	пропан–бутан (50) аргон (40)		2	складські приміщення
26			4	
27			6	
28			10	
29	кисень (40)		2	
30			4	
31			6	
32			10	
33	ацетилен (40)		2	цегляна малоповерхова
34			4	
35			6	
36			10	
37	пропан–бутан (50)		2	
38			4	
39			6	

40		10	
----	--	----	--

Таблиця В.3 – Характеристика ступеня баричної дії вибуху на людину

Наслідки	Надлишковий тиск, <i>кПа</i>
Безпечно для людини	менше 20
Легке ураження (забиття, вивихи, тимчасова втрата слуху, загальна контузія)	20 – 40
Середнє ураження (контузія головного мозку, ушкодження органів слуху, розрив барабаних перетинок, кровотеча з носу та вух)	40 – 60
Сильне ураження (сильна контузія всього організму, втрата свідомості, переломи кінцівок, ушкодження внутрішніх органів)	60 – 100
Поріг смертельного ураження	100
Летальний результаті 50% випадків	250 – 300
Безумовно смертельне ураження	більше 300

Таблиця В.4 – Характеристика ступеня баричної дії вибуху на будівлі

Тип будівлі	Ступінь руйнування при тиску, <i>кПа</i>			
	слабка	середня	сильна	повна
Цегляні та кам'яні: малоповерхові багатоповерхові	8 – 20	20 – 35	35 – 50	50 – 70
	8 – 15	15 – 30	30 – 45	45 – 60
Залізобетонні крупнопанельні: малоповерхові багатоповерхові	10 – 30	30 – 45	45 – 70	70 – 90
	8 – 25	25 – 40	40 – 60	60 – 80
Залізобетонні монолітні: багатоповерхові підвищеної поверховості	25 – 50	50 – 115	115 – 180	180–250
	25 – 45	45 – 105	105 – 170	170 – 215
Залізобетонні крупнопанельні із залізобетонним та металевим каркасом і крановим обладнанням з вантажопідйомністю, <i>т</i> : до 50 50 – 100	5 – 30	30 – 45	45 – 75	75 – 120
	15 – 45	45 – 60	60 – 90	90 – 135
Із стінами типу «сендвіч» та крановим обладнанням вантажопідйомністю до 20 <i>т</i>	10 – 30	30 – 50	50 – 65	65 – 105
Складські приміщення з металевим каркасом та стінами із листового металу	5 – 10	10 – 20	20 – 35	35 – 45

РОЗРАХУНОК НАДЛИШКОВОГО ТИСКУ ВИБУХУ ПРИ РОЗЛИВІ ГОРЮЧОЇ РІДИНИ

Розрахувати надлишковий тиск вибуху у виробничому приміщенні, в якому внаслідок руйнування апарата відбулося витікання 300 л рідини (табл. Г.1).

Розрахунок виконують у наступній послідовності:

Для визначення критеріїв вибухопожежної небезпеки слід розрахувати надлишковий тиск вибуху горючої речовини:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_g \cdot \rho_n} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_n}, \quad (\text{Г.1})$$

де P_{\max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної пароповітряної суміші, *кПа*:

$$P_{\max} = \frac{y \cdot P_0 \cdot T_g}{x \cdot T_0}, \quad (\text{Г.2})$$

P_0 – початковий тиск, 101 *кПа*;

T_g – температура вибуху, для більшості речовин близько 1500 *К*;

T_0 – початкова температура, 293 *К*;

x, y – кількість молей речовин до та після вибуху, визначити із рівняння повного окислення одного моля рідини;

m – розрахункова маса пари горючої рідини, яка може потрапити у повітря приміщення за рахунок випаровування, *кг*:

$$m = W \cdot \tau \cdot S, \quad (\text{Г.3})$$

де W – інтенсивність випаровування рідини, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ (табл. Г.2);

τ – тривалість випаровування рідини, прийняти 3600 *с*;

S – розрахункова площа випаровування рідини, яка потрапила у приміщення внаслідок аварії, м^2 :

$$S = K \cdot V_p, \quad (\text{Г.4})$$

де K – коефіцієнт розтікання, для чистої рідини $1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$;

V_p – об'єм рідини, що витікла з апарату, *л*;

Якщо величина розрахункової площі випаровування S перевищує площу підлоги S_n , то слід прийняти, що $S=S_n$.

Якщо розрахункова маса пари горючої рідини m перевищує масу рідини m_p , то слід прийняти, що

$$m = m_p = \rho \cdot V_p, \quad (Г.5)$$

де ρ – густина рідини, $кг \cdot м^{-3}$ (табл. Г.2);

Z – коефіцієнт, що характеризує ступінь участі горючої речовини в утворенні вибухонебезпечної суміші, для пари горючих рідин, 0,3;

V_v – вільний об'єм приміщення, $м^3$; його можна прийняти як 80% від геометричного об'єму приміщення;

ρ_n – густина пари, $кг \cdot м^{-3}$;

$$\rho_n = \frac{M}{M_{пов}} \cdot \rho_{пов}, \quad (Г.6)$$

де M – молярна маса рідини, $кг \cdot кмоль^{-1}$;

$M_{пов}$ – молярна маса повітря, $28,966 кг \cdot кмоль^{-1}$;

$\rho_{пов}$ – густина повітря, $1,2 кг \cdot м^{-3}$;

$C_{ст}$ – стехіометрична концентрація пари горючої рідини, об.%;

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad (Г.7)$$

де β – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння:

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_G}{4} - \frac{n_O}{2}, \quad (Г.8)$$

де n_C , n_H , n_O , n_G – кількість атомів вуглецю, водню, кисню та галогенів у молекулі горючої речовини;

K_H – коефіцієнт, який враховує негерметичність приміщення і неадиабатичність процесу горіння, 3.

Визначити можливі негативні наслідки вибуху для обслуговуючого персоналу (табл. Г. 3) та ступінь руйнування будівлі (табл. Г. 4)

Таблиця Г.1 – Вихідні дані для розрахунку надлишкового тиску вибуху

№ п/п	Рідина	Параметри приміщення, м		
		довжина	ширина	висота
1	ацетон	12	6	3,6
2				7,2
3			12	12
4		7,2		
5		24		
6			7,2	
7	бензол	12	6	3,6
8				7,2
9			12	12
10		7,2		
11		24		
12			7,2	
13	бензин	12	6	3,6
14				7,2
15			12	12
16		7,2		
17		24		
18			7,2	
19	метилацетат	12	6	3,6
20				7,2
21			12	12
22		7,2		
23		24		
24			7,2	
25	спирт етиловий	12	6	3,6
26				7,2
27			12	12
28		7,2		
29		24		
30			7,2	
31	трихлоретилен	12	6	3,6
32				7,2
33			12	12
34		7,2		
35		24		
36			7,2	

Таблиця Г.2 – Властивості рідин

Рідина	Формула	Інтенсивність випаровування, $W, \text{г} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$	Густина, $\rho, \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$	Температура спалаху, $^{\circ}\text{C}$
Ацетон	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	0,589	789,9	-18
Бензол	C_6H_6	0,436	879,0	-11
Бензин	$\text{C}_{7,3}\text{H}_{14,8}$	0,333	730,0	-40
Метилацетат	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	0,865	933,0	-15
Спирт етиловий	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	0,632	789,3	13
Трихлоретилен	C_2HCl_3	0,653	1464,2	32

Таблиці Г.3 – Характеристика ступеня баричної дії вибуху на людину

Наслідки	Надлишковий тиск, кПа
Безпечно для людини	менше 20
Легке ураження (забиття, вивихи, тимчасова втрата слуху, загальна контузія)	20 – 40
Середнє ураження (контузія головного мозку, ушкодження органів слуху, розрив барабанних перетинок, кровотеча з носу та вух)	40 – 60
Сильне ураження (сильна контузія всього організму, втрата свідомості, переломи кінцівок, ушкодження внутрішніх органів)	60 – 100
Поріг смертельного ураження	100
Летальний результаті 50% випадків	250 – 300
Безумовно смертельне ураження	більше 300

Таблиця Г.4 – Характеристика ступеня баричної дії вибуху на будівлі

Тип будівлі	Ступінь руйнування при тиску, <i>кПа</i>			
	слабка	середня	сильна	повна
Цегляні та кам'яні: малоповерхові багатоповерхові	8 – 20	20 – 35	35 – 50	50 – 70
	8 – 15	15 – 30	30 – 45	45 – 60
Залізобетонні крупнопанельні: малоповерхові багатоповерхові	10 – 30	30 – 45	45 – 70	70 – 90
	8 – 25	25 – 40	40 – 60	60 – 80
Залізобетонні монолітні: багатоповерхові підвищеної поверховості	25 – 50	50 – 115	115 – 180	180–250
	25 – 45	45 – 105	105 – 170	170 – 215
Залізобетонні крупно панельні із залізобетонним та металевим каркасом і крановим обладнанням з вантажопідйомністю, <i>т</i> : до 50 50 – 100	5 – 30	30 – 45	45 – 75	75 – 120
	15 – 45	45 – 60	60 – 90	90 – 135
Із стінами типу «сендвіч» та крановим обладнанням вантажопідйомністю до 20 <i>т</i>	10 – 30	30 – 50	50 – 65	65 – 105
Складські приміщення з металевим каркасом та стінами із листового металу	5 – 10	10 – 20	20 – 35	35 – 45

Таблиця Г.5 – Характеристика приміщень і споруд за їх пожежовибухонебезпекою

Приміщення, споруда	Категорія згідно [16]	Клас зони згідно [21, 22]

РОЗРАХУНОК НАДЛИШКОВОГО ТИСКУ ВИБУХУ ПРИ ВИТІКАННІ ГОРЮЧОГО ГАЗУ

Визначити категорію вибухопожежної небезпеки приміщення, в якому в результаті руйнування апарата відбулося витікання горючого газу (вихідні дані таблиця Д.1).

Розрахунок виконують у наступній послідовності:

Скласти рівняння повного окислення одного моля газу (реакцію горіння).

Розрахувати надмірний тиск вибуху газоповітряної суміші:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_B \cdot \rho} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (Д.1)$$

де P_{\max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної суміші, $\kappaПа$:

$$P_{\max} = \frac{y \cdot P_0 \cdot T_B}{x \cdot T_0}; \quad (Д.2)$$

y – кількість молей речовини після вибуху (визначається з рівняння повного окислення одного моля газу);

P_0 – початковий тиск, $101 \kappaПа$;

T_B – температура вибуху, для більшості речовин близько $1500 K$;

x – кількість молей речовин до вибуху, (визначається з рівняння повного окислення одного моля газу);

T_0 – початкова температура, $293 K$;

m – маса газу, який надійшов у повітря приміщення, $кг$:

$$m = \rho \cdot (V_a + V_T); \quad (Д.3)$$

ρ – густина газу при розрахунковій температурі, $кг/м^3$;

$$\rho = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)}; \quad (Д.4)$$

M – молярна маса газу, $кг/кмоль$;

V_0 – молярний об'єм газу, $22,413 м^3/кмоль$;

t_p – розрахункова температура – максимальна температура повітря у відповідній кліматичній зоні або з урахуванням можливого підвищення температури у разі аварійної ситуації, допускається приймати $+61^\circ\text{C}$;

V_a – об'єм газу, який вийшов з апарата, м^3 ;

$$V_a = 0,01 \cdot P \cdot V ;$$

(Д.5)

P – тиск в апараті, кПа ;

V – об'єм апарата, м^3 ;

V_T – об'єм газу, який вийшов із трубопроводу, м^3 ;

Таблиця Д.1 – Вихідні дані для розрахунку надлишкового тиску вибуху при витіканні газу

№ п/п	Газ		Апарат		Трубопроводи					
	тип	$q, \text{м}^3/\text{с}$	$V, \text{м}^3$	$P, \text{кПа}$	$L_1, \text{м}$	$L_2, \text{м}$	$d_1, \text{мм}$	$d_2, \text{мм}$	$\tau, \text{с}$	
1	CH_4	0,6	3,2	500	8	6	60	40	3	
2								80		
3								40		
4			80							
5			1200	10	6	80	40			
6							80			
7		40								
8		4,0	2100	8	8	80	80	30		
9							40			
10							80			
11			500	8	6	80	40			
12							80			
13	80									
14	H_2	1,7	6,3	1200	10	6	60	40	120	
15								80		
16								40		
17			80							
18			2100	8	6	60	40			
19							80			
20		40								
21		3,4	500	3,2	10	6	80	40	3	
22								80		
23								40		
24			80							
25			NH_3	4,0	2100	8	6	80		40
26	80									
27	40									

28								80	
29			500					40	
30				10	6	60		80	
31		0,6			8			40	
32			1200					80	
33				8	6	80		40	120
34		6,3						80	
35			2100		8			40	
36								80	

$$V_T = V_{1T} + V_{2T};$$

(Д.6)

V_{1T} – об'єм газу, який вийшов до перекриття трубопроводу, m^3 ;

$$V_{1T} = q \cdot \tau;$$

(Д.7)

q – витрати газу, m^3/c ;

τ – розрахунковий час перекриття трубопроводу, c ;

V_{2T} – об'єм газу, який вийшов після перекриття трубопроводу, m^3 ;

$$V_{2T} = \frac{0,01 \cdot \pi \cdot P}{4} \cdot (d_1^2 \cdot L_1 + d_2^2 \cdot L_2);$$

(Д.8)

P – тиск в трубопроводі, kPa ;

d_1 – діаметр вхідного трубопроводу, m ;

d_2 – діаметр вихідного трубопроводу, m ;

L_1 – довжина вхідного трубопроводу від апарата до засувки, m ;

L_2 – довжина вихідного трубопроводу від апарата до засувки, m ;

Z – коефіцієнт, який характеризує ступінь участі газів у вибуху, для водню 1,0; для інших газів 0,5;

V_B – вільний об'єм приміщення, його можна прийняти як 80% від геометричного об'єму приміщення, m^3 ;

$$V_B = 0,8 \cdot a \cdot b \cdot h;$$

(Д.9)

a – довжина приміщення, m ;

b – ширина приміщення, m ;

h – висота приміщення, m ;

C_{cm} – стехіометрична концентрація газу, об.%;

$$C_{cm} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad (Д.10)$$

де β – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння:

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_G}{4} - \frac{n_O}{2}, \quad (Д.11)$$

де n_C – кількість атомів вуглецю у молекулі газу;

n_H – кількість атомів водню у молекулі газу;

n_O – кількість атомів кисню у молекулі газу;

n_G – кількість атомів галогенів у молекулі газу;

K_H – коефіцієнт, який враховує негерметичність приміщення і неадіабатичність процесу горіння, 3.

Якщо отримана величина розрахункового надлишкового тиску вибуху перевищує 5 кПа, то приміщення належить до вибухопожежонебезпечної категорії А. У протилежному випадку приміщення належить до пожежонебезпечної категорії В.

Визначити можливі негативні наслідки вибуху на людину (табл. Д.2) і ступінь руйнування будівлі (табл. Д.3).

Таблиця Д.2 – Характеристика ступеня баричної дії вибуху на людину

Наслідки	Надлишковий тиск, кПа
Безпечно для людини	менше 20
Легке ураження (забиття, вивихи, тимчасова втрата слуху, загальна контузія)	20 – 40
Середнє ураження (контузія головного мозку, ушкодження органів слуху, розрив барабаних 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 результаті 50% випадків	250 – 300
Безумовно смертельне ураження	більше 300

Таблиця Д.3 – Характеристика ступеня баричної дії вибуху на будівлі

Тип будівлі	Ступінь руйнування при тиску, кПа			
	слабка	середня	сильна	повна
Цегляні та кам'яні: малоповерхові багатоповерхові	8 – 20	20 – 35	35 – 50	50 – 70
	8 – 15	15 – 30	30 – 45	45 – 60
Залізобетонні крупнопанельні:				

малоповерхові	10 – 30	30 – 45	45 – 70	70 – 90
багатоповерхові	8 – 25	25 – 40	40 – 60	60 – 80
Залізобетонні монолітні:				
багатоповерхові	25 – 50	50 – 115	115 – 180	180–250
підвищеної поверховості	25 – 45	45 – 105	105 – 170	170 – 215
Залізобетонні крупнопанельні із залізобетонним та металевим каркасом і крановим обладнанням з вантажопідйомністю:				
до 50 <i>m</i>	5 – 30	30 – 45	45 – 75	75 – 120
50 – 100 <i>m</i>	15 – 45	45 – 60	60 – 90	90 – 135
Із стінами типу «сендвіч» та крановим обладнанням вантажопідйомністю до 20 <i>m</i>	10 – 30	30 – 50	50 – 65	65 – 105
Складські приміщення з металевим каркасом та стінами із листового металу	5 – 10	10 – 20	20 – 35	35 – 45

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гандзюк, М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підручник. 3-є вид. Київ : Каравела, 2006. 392 с.
2. Баратов, А. Н. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. : справ. изд. М. : Химия, 1987. 272 с.
3. Белов, С. В., Козьяков А. Ф., Парголин О. Ф. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: справочник. М. : Машиностроение, 1989. 368 с.
4. Безопасность труда в химической промышленности: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений / под ред. Марининой Л. К. М. : Изд. центр Академия, 2006. 528 с.
5. Бектобеков, Г. В. и др. Справочная книга по охране труда в машиностроении: Справочник. М.: Машиностроение, 1989. 541 с.
6. Бесчастнов М. В. Взрывобезопасность и противоаварийная защита химико-технологических процессов: справ. изд. М. : Химия, 1983. 471 с.
7. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.[Чинний від 2014-01-01]. Київ : МРР будівництва та ЖК господарства України, 2013. 180 с.
8. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ : Державний інститут "УкрНДІводоканалпроект", 2014. 223 с.
9. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. [Чинний 2016-04-01]. Київ : Держдор України, 2015. 113 с.
10. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ : Мінрегіон України, 2013. 147 с.
11. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Київ: НДІБК, 2019. 76 с.
12. ДБН В.2.5-56-2014 Системи протипожежного захисту. [Чинний від 2011-10-01]. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. 285 с.
13. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Чинний від 2016-10-31]. Київ : УкрНДІЦЗ, 2016. 39 с.
14. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Чинний від 1999-12-01]. Київ : МОЗ України, 1999. 34 с.
15. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації [3.3.6.039-99](#) [Чинний від 1999-12-01]. Київ : Міністерство охорони здоров'я України (МОЗ), 2000. 39 с.
16. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 2017-02-01]. Київ : УкрНДІЦЗ, 2017. 31 с.

17. Карпов Ю. В., Дворянцева Л. А. Защита от шума и вибрации на предприятиях химической промышленности: справочник. М. : Химия, 1991. 120 с.
18. Кораблев В. П. Электробезопасность на предприятиях химической промышленности: справочник. М. : Химия, 1991. 240 с.
19. Лесенко Г. Г., Паньковский Ю. С., Петров В. Н. Инженерно-технические средства безопасности труда: Справочник. Київ : Техніка, 1983. 126 с.
20. Межгосударственный стандарт ССБТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Чинний до 2020-01-01]. Київ : Мінбуд України, 2015. 41 с.
21. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок [На заміну ДНАОП 0.00-1.32-01, чинний від 2001-06-21]. Вид. офіц. Київ : Міністерство праці та соціальної політики України, 2001. 71 с. (Інформація та документація).
22. НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок. [На заміну ДНАОП 1.1.10-1.01-97, чинний від 2000-02-25] Вид. офіц. Київ : Держнаглядохоронпраці, 2001. 71 с. (Інформація та документація).
23. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справ. изд., в 2 кн. М.: Химия, 1990. 914 с.
24. Рожков, А. П. Пожежна безпека: справ. изд. Київ : Пожінформтехніка, 1999. 256 с.
25. Ткачук К. Н. и др. Справочник по охране труда на промышленном предприятии: Справочник. Київ : Техніка, 1991. 285 с.
26. Ушаков П. Н., Бродский М. Г. Краны и лифты промышленных предприятий: Справочник. М. : Металлургия, 1974. 352 с.