

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до організації самостійної роботи,  
проведення практичних занять і  
виконання розрахунково-графічних  
робіт  
із навчальної дисципліни

**«ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ»**

*(для студентів денної та заочної форм навчання  
спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2018**

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять і виконання розрахунково-графічних робіт із навчальної дисципліни «Основи пожежної безпеки» (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 263 –Цивільна безпека ) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. П. А. Білим. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова , 2018. – 52 с.

Укладач канд. хім. наук, доц. П. А. Білим

Рецензент

Г. В. Фесенко, кандидат технічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності, протокол № 1 від 31.08.2016.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ.....	5
Практичне заняття 1 Навчання, інструктаж і перевірка знань працівників з пожежної безпеки.....	5
Практичне заняття 2 Методика складання інструкцій з пожежної безпеки .....	8
Практичне заняття 3 Визначення пожежної небезпеки апаратів з відкритою поверхнею випаровування та з дихальними пристроями.....	10
Практичне заняття 4 Оцінка кількості горючих речовин, що виходять назовні під час локального та повного пошкодження технологічного обладнання. Пожежно-профілактичні заходи .....	14
Практичне заняття 5 Протипожежний захист проти розповсюдження пожежі по виробничому технологічному обладнанню .....	17
Практичне заняття 6 Пожежно-профілактичне попередження поширення пожежі по технологічним комунікаціям .....	22
2 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ.....	24
Лабораторна робота 1 Визначення пожежонебезпечних параметрів електричних іскор в умовах виробництва .....	24
Лабораторна робота 2 Визначення категорії виробничого приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою .....	26
Лабораторна робота 3 Розрахунок необхідного часу евакуації із приміщення виробничого цеху у випадку пожежі .....	28
Лабораторна робота 4 Визначення площі легко скидальної конструкції у виробничому приміщенні в умовах пожежі.....	31
3 КОНТРОЛЬНА РОБОТА.....	34
3.1 Зміст роботи.....	34
3.2 Загальні положення та постановка завдання для виконання контрольної роботи.....	34
4 САМОСТІЙНА РОБОТА.....	46
4.1 Загальні положення.....	46
4.2 Вказівки до самостійної роботи.....	46
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТКИ.....	49

## ВСТУП

Захист промислових підприємств та побутових об'єктів та об'єктів господарчої діяльності від пожеж та вибухів нерозривно пов'язаний із вивченням пожежовибухонебезпеки речовин та матеріалів які обертаються при умовах використання. Без виявлення причин виникнення і поширення пожежі не можна провести якісне пожежно-технічне обстеження, пожежно-технічну експертизу проектних матеріалів, розслідувати пожежі і вибухи, розробити ефективний протипожежний захист промислових та сільськогосподарських об'єктів.

Об'єкти, пожежі на яких можуть привести до масового ураження людей, що знаходяться на цих об'єктах і навколишній території, небезпечними і шкідливими виробничими чинниками, а також небезпечними чинниками пожежі і їх вторинними проявами, мають мати системи пожежної безпеки, що забезпечують мінімально можливу вірогідність виникнення пожежі. Конкретні значення мінімально можливої вірогідності виникнення пожежі визначають проектувальники і технологи при паспортизації цих об'єктів в установленому порядку.

Мета вивчення дисципліни «Основи пожежної безпеки» полягає у набутті студентом компетенції, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з урахуванням ризику виникнення пожежної небезпеки, яка може спричинити надзвичайні ситуації та привести до несприятливих наслідків на об'єктах господарювання, а також формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку.

Завдання вивчення дисципліни передбачає опанування знаннями, вміннями та навичками вирішувати професійні завдання з протипожежного захисту з обов'язковим урахуванням галузевих вимог щодо забезпечення пожежної безпеки персоналу та захисту населення в небезпечних та надзвичайних ситуаціях.

# 1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

## Практичне заняття 1 Навчання, інструктаж і перевірка знань працівників з пожежної безпеки

Мета заняття: вивчити Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України (наказ МНС України від 29 вересня 2003 р. № 368)

### Зміст роботи

Положення про спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки (надалі – Положення) розроблено відповідно до статті 8 Закону України «Про пожежну безпеку». Воно встановлює види і порядок проведення спеціального навчання, інструктажів з питань пожежної безпеки робітників, службовців та інших категорій працівників (надалі – працівники) і поширюється на всі підприємства, установи та організації (надалі – підприємства) незалежно від форм власності і видів діяльності.

Працівники під час прийняття на роботу та за місцем праці повинні проходити інструктажі з питань пожежної безпеки (надалі – протипожежні інструктажі) відповідно до порядку, встановленого Положенням.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, попередньо, до початку самостійного виконання робіт, повинні пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум), а потім постійно, один раз на рік, – перевірку знань. Особи, які суміщають професії (роботи), навчаються або інструктуються як за основною, так і за суміжною професією (роботою).

Організація своєчасного і якісного проведення спеціального навчання, інструктажів та перевірки знань з питань пожежної безпеки на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах (цех, дільниця, лабораторія, майстерня та ін.) – на керівника відповідного підрозділу.

Порядок проходження працівниками спеціального навчання, інструктажів і перевірок знань визначається керівником підприємства (наказом або відповідним положенням, що розробляється на підприємстві і затверджується керівником). Допуск до роботи осіб, які не пройшли спеціальне навчання, інструктажі або перевірку знань, забороняється.

### Протипожежні інструктажі

За призначенням та часом проведення протипожежні інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний протипожежний інструктаж проводиться з усіма працівниками, яких щойно прийнято на роботу (постійну або тимчасову), а також з особами, що прибули на підприємство у відрядження, на виробничу практику (навчання) і мають брати безпосередню участь у виробничому процесі.

Первинний протипожежний інструктаж проводиться безпосередньо на робочому місці до початку виробничої діяльності працівника. Його повинні проходити:

- усі прийняті на роботу (постійну чи тимчасову);
- працівники, переведені з інших структурних підрозділів, виробничих дільниць підприємства;
- особи, що прибули на підприємство у відрядження і мають брати безпосередню участь у виробничому процесі;
- будівельники інших організацій, які виконують на діючому підприємстві будівельно-монтажні, ремонтні або інші роботи;
- учні (студенти) під час виробничої практики (навчання), а також перед проведенням з ними практичних занять у навчальних майстернях, лабораторіях та ін.

Програма для проведення первинного протипожежного інструктажу затверджується керівником відповідного структурного підрозділу (начальником цеху, відділу тощо), відповідальним за протипожежний стан або керівником підприємства (його заступником).

Програма для проведення вступного та первинного протипожежних інструктажів погоджується з начальником об'єктової пожежної охорони або добровільної пожежної дружини (за наявності таких формувань).

Приблизний перелік питань, з якими необхідно ознайомити працівників під час проведення вступного та первинного протипожежних інструктажів, наведений у додатку. А.

Повторний протипожежний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками не менш як один раз на рік за переліком питань, з якими необхідно ознайомити працівників під час проведення вступного та первинного протипожежних інструктажів (дод. А).

Позаплановий протипожежний інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників споріднених спеціальностей (видів робіт). Обсяг та зміст інструктажу визначаються в кожному випадку окремо залежно від причин, що викликали необхідність його проведення.

Цільовий протипожежний інструктаж проводиться з працівниками перед виконанням ними разових (тимчасових) пожежонебезпечних робіт, при ліквідації аварії, стихійного лиха.

Первинний, повторний, позаплановий та цільовий протипожежні інструктажі проводяться безпосередньо керівниками робіт (начальником виробництва, цеху, дільниці тощо), які пройшли навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Про проведення усіх видів протипожежних інструктажів, крім цільового, у спеціальних журналах (дод. Б) робляться записи (окремо від інструктажів з питань охорони праці) з підписами осіб, з якими проводився інструктаж, і тих, хто його проводив.

Запис про проведення цільового протипожежного інструктажу робиться в документі, що дозволяє виконання робіт (наряд-допуск, дозвіл).

## **Спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум) та перевірка знань працівників, зайнятих на роботах з підвищеною пожежною безпекою**

Попереднє спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум) проходять особи, яких приймають на роботу з підвищеною пожежною безпекою:

- електрогазозварники;
- особи, що мають брати безпосередню участь у виробничому процесі в приміщеннях категорій за вибухопожежною безпекою А і Б (відповідно до НАПБ Б.03.002 – 2007);
- особи, які мають виконувати роботи на устаткуванні, обладнанні, апаратах, де є легкозаймисті та горючі рідини, горючі гази, речовини та матеріали, здатні вибухати або горіти в результаті взаємодії з водою, повітрям та один з одним;
- працівники складського господарства, де зберігаються пожежонебезпечні матеріали і речовини;
- електрики, що працюють з електроустановками у вибухонебезпечних та пожежонебезпечних зонах (відповідно до ПУЕ);
- інші категорії працівників, діяльність яких потребує поглиблених знань з питань пожежної безпеки та навичок на випадок виникнення пожежі.

Метою проведення пожежно-технічного мінімуму є підвищення загальних пожежно-технічних знань працюючих, навчання їх правилам пожежної безпеки з урахуванням пожежонебезпечних особливостей виробництва, детальніше ознайомлення з протипожежними заходами та діями в разі виникнення пожежі; напрацювання навичок використання наявних засобів пожежогасіння.

Порядок, форма, місце проведення пожежно-технічного мінімуму, а також конкретний перелік робіт та спеціальностей, з яких проводиться таке спеціальне навчання, встановлюється наказом керівника підприємства з урахуванням специфіки виробництва, характеру та виду робіт, вимог міжгалузевих і галузевих нормативних актів та Положення.

Спеціальне навчання проводиться за програмами, що розробляються, як правило, на підприємствах і затверджуються їх керівниками.

### **Контрольні питання**

1. Якими офіційними документами регламентується навчання з пожежної безпеки?
2. Які види навчань з пожежної безпеки ви знаєте?
3. Який порядок проведення і реєстрації вступного інструктажу?
4. Як проводиться і реєструється первинний інструктаж на робочому місці?
5. Коли проводиться позаплановий і поточний інструктаж?

## **Практичне заняття 2 Методика складання інструкцій з пожежної безпеки**

Мета заняття: надати студентам допомогу в розробці і оформленні інструкцій з пожежної безпеки для виробничих умов.

### **Зміст роботи**

Необхідною умовою запобігання пожежам і аваріям має стати на виробництві розробка спеціальних заходів на основі глибокого аналізу стану пожежної безпеки, що характеризується наявністю на робочих місцях умов, при яких вони можуть виникнути пожежа або вибух внаслідок діяльності людей, а також можливими небезпечними діями самих працівників в конкретних умовах виробництва. Це дозволить об'єктивно оцінити можливі негативні наслідки, вжити невідкладних заходів щодо їх запобігання.

Призначення інструкцій з пожежної безпеки саме і полягає в тому, щоб указати робітнику, в якому порядку необхідно виконувати технологічні операції та інші дії, встановлені в міжгалузевих і галузевих нормативних документах з пожежної безпеки, спеціальних правилах, нормах і інструкціях.

Розроблені інструкції допоможуть при проведенні інструктажів звернути увагу на небезпечні виробничі фактори, правильні прийоми праці при застосуванні різних технологічних засобів, машин, механізмів, інструменту, правильне користування захисними засобами та інші питання, від яких залежить пожежна безпека на даному робочому місці.

Інструкції з пожежної безпеки поділяються на типові інструкції (для галузі) і інструкції для працюючих на даному підприємстві.

Інструкції можуть розроблятися як для працівників окремих професій (електрозварники, лаборанти, слюсарі та ін.), так і для окремих видів робіт (вогневі, монтажні, ремонтні роботи та ін.).

Інструкції можуть бути також для персоналу, який веде вибухові роботи, обслуговує електричні установки і прилади, вантажопідйомні машини, котельні установки, і для інших працівників, правила безпеки яких установлені в міжгалузевих і галузевих нормативних документах з пожежної безпеки, спеціальних правилах і інструкціях.

Інструкції мають включати тільки ті вимоги, які стосуються пожежної безпеки і виконуються самими працівниками (дод. В, Г, Д).

### **Основні вимоги до інструкцій про заходи пожежної безпеки**

Інструкції мають розроблятися на основі діючих правил та інших нормативних актів з пожежної безпеки будівель, споруд, технологічних процесів, технологічного та виробничого обладнання.

Вони мають установлювати порядок та спосіб забезпечення пожежної безпеки, обов'язки і дії працівників у разі виникнення пожежі, включаючи порядок оповіщення людей та повідомлення про неї пожежної охорони,



порядок евакуації тварин і матеріальних цінностей, застосування засобів пожежогасіння та взаємодії з підрозділами пожежної охорони.

Інструкції можуть мати як додаток план евакуації людей (тварин) і матеріальних цінностей.

Інструкції про заходи пожежної безпеки поділяються на такі види:

- загальні інструкції для підприємств, організацій, установ (загальнооб'єктові інструкції);

- інструкції для окремих цехів, виробничих дільниць, лабораторій, приміщень тощо;

- інструкції щодо проведення пожежонебезпечних видів робіт, експлуатації технологічних установок, обладнання тощо.

У загальнооб'єктовій інструкції необхідно відображати основні положення з питань пожежної безпеки, у тому числі:

- порядок утримання території, будівель, приміщень, споруд, протипожежних розривів, під'їздів до будівель, споруд, вододжерел;

- вимоги щодо утримання шляхів евакуації;

- правила проїзду та стоянки транспортних засобів;

- місця зберігання (на території) та допустимої кількості розташування там сировини, напівфабрикатів та готової продукції;

- допустимість (місця) куріння;

- порядок використання відкритого вогню, проведення вогневих та інших пожежонебезпечних робіт;

- порядок збирання, зберігання та видалення горючих відходів виробництва.

Інструкції мають затверджуватися керівником підприємства або особою, яка виконує його обов'язки.

### **Контрольні питання**

1. Для чого призначені інструкції з пожежної безпеки?
2. Як розробляються інструкції з пожежної безпеки?
3. Які особливості побудови і змісту інструкції з пожежної безпеки?
4. Який порядок викладення вимог в інструкціях з пожежної безпеки?

### **Теми рефератів**

1. На основі Типової інструкції розробити Інструкцію з пожежної безпеки для працівника конкретної зайнятості (згідно з завданням).

2. Перевірка, реєстрація, розмноження і облік інструкцій.

3. Основні вимоги до інструкцій про заходи пожежної безпеки.

4. Основні розділи положення про розробку інструкцій з пожежної безпеки.

## **Практичне заняття 3 Визначення пожежної небезпеки апаратів з відкритою поверхнею випаровування та з дихальними пристроями**

Мета – оволодіти навичками розрахунку та визначення пожежної небезпеки апаратів з відкритою поверхнею випаровування та з дихальними пристроями.

### **Зміст роботи**

#### **Загальні відомості**

Горючі гази, пари і рідини виходять з апаратів і трубопроводів у виробниче приміщення або на відкриті площадки не тільки при ушкодженнях та аваріях, але і при нормальній експлуатації апаратів, що мають свої конструктивні особливості. До таких апаратів відносяться апарати з відкритою поверхнею випаровування, апарати з дихальними пристроями, апарати періодичної дії та інші. Слід також зазначити, що невеличкі витікання відбуваються навіть із герметично закритих апаратів, що працюють під підвищеним тиском, через нещільності в прокладках, сальниках, зварних швах.

При експлуатації зазначених апаратів вибухонебезпечні суміші можуть утворюватися не тільки у місцях виходу парів та газів, але і у виробничих приміщеннях та на відкритих майданчиках. При цьому розміри пожежовибухонебезпечних зон визначаються властивостями речовин, що обертаються в технологічному процесі, кількістю їх, що може виходити назовні за певний відрізок часу, умовами викиду, розтікання та розсіювання у навколишньому середовищі.

На практиці з таким випаровуванням зустрічаються у тому випадку, якщо рідина розлилась на підлозі, а також при зберіганні рідин у відкритих резервуарах, при фарбуванні виробів, просочуванні тканин і паперу розчиненими смолами, промиванні та сушінні деталей розчинниками тощо.

Кількість горючої рідини, що випаровується із відкритої поверхні випаровування буде залежати від її фізичних властивостей, температурних умов випаровування, площі поверхні випаровування, часу випаровування а також рухомості повітря.

#### **Завдання**

При рішенні задачі розглянути:

- умови утворення горючого середовища (ГС) над поверхнею відкритих апаратів;
- основні закономірності випаровування горючих рідин в рухоме та нерухоме середовище;
- способи зниження пожежовибухонебезпечки виробництв при наявності апаратів з відкритою поверхнею випаровування.
- причини утворення ГС поблизу дихальних пристроїв апаратів;
- основні залежності кількості горючих парів, що виходять назовні під час нормальної експлуатації «дихаючих» апаратів;

- заходи пожежної безпеки при експлуатації апаратів з дихальними пристроями.

### Задача

В процесі приготування розчинника (бензолу) використовується 6 періодично діючих апаратів, попарно працюючих в єдиному циклі: заповнення 10 хв., нагрівання 15 хв., перемішування 15 хв., розвантаження 20 хв. Робоча температура продукту в апараті під час перемішування дорівнює  $40^{\circ}\text{C}$ . Перемішування здійснюють під тиском  $0,15 \text{ МПа}$ , інші стадії — при атмосферному тиску. Визначити концентрацію парів і зробити висновок про вибухобезпечність середовища у виробничому приміщенні, що має вільний об'єм  $400 \text{ м}^3$  і повітрообмін кратністю  $4 \text{ год}^{-1}$ . Геометричний об'єм апарата  $V_{\text{ап}} = 1,4 \text{ м}^3$ , ступінь заповнення  $\varepsilon = 0,5$ , початкова температура продукту  $t_{\text{п}} = 20^{\circ}\text{C}$ .

#### Розв'язання:

1. Сумарна маса парів розчинника, що надходять до приміщення, утворюється за рахунок «великого дихання» при заповненні апаратів, «малого дихання» при нагріванні, виходу парів через нещільності апаратів, що працюють під тиском під час перемішування, а також викиду пароповітряної суміші при розгерметизації апаратів для розвантаження продукту.

2. Кількість горючих парів, що виділяються з одного апарату під час його заповнення визначаємо за формулою:

$$G_{\text{в}} = V_{\text{п}} \cdot P_{\text{п}} / T_{\text{п}} \cdot \varphi_{\text{с}} \cdot M / R$$

$V_{\text{п}}$  — об'єм пароповітряної суміші, що витискається з апарату,  $\text{м}^3$ . ( $V_{\text{п}} = V_{\text{ап}} \cdot \varepsilon$ );

$P_{\text{п}}$  — робочий тиск в апараті, Па;

$T_{\text{п}}$  — робоча температура в апараті, К;

$\varphi_{\text{с}}$  — концентрація насичених парів розчинника, об частки;

$M$  — молекулярна маса горючої рідини, кг/кмоль (за довідником Баратова для бензолу  $M = 78,11$ );

$R = 8\,314,31$  — універсальна газова стала, Дж / кмоль К.

Концентрацію насичених парів бензолу при температурі  $20^{\circ}\text{C}$  визначаємо за формулою:

$$\varphi_{\text{с}} = P_{\text{с}} / P_{\text{п}} = 10^3 \cdot 10^{\left( A - \frac{B}{C_a + t_{\text{п}}} \right)} / P_{\text{п}} = 10^3 \cdot 10^{\left( 5,61391 - \frac{902,275}{178,099 + 20} \right)} / 1 \cdot 10^5 \approx 0,115 \text{ об. ч.}$$

Тоді

$$G_{\text{в}} = 1,4 \cdot 0,5 \cdot 10^5 / 293 \cdot 0,115 \cdot 78,11 / 8\,314,31 \approx 0,258 \text{ кг/цикл.}$$

3. Кількість парів бензолу, що виходять з апарату при нагріванні, визначаємо за формулою:

$$G_M = V_B \cdot P_p \cdot \left( \frac{1 - \varphi_1}{T_1} - \frac{1 - \varphi_2}{T_2} \right) \cdot \frac{\bar{\varphi}}{1 - \bar{\varphi}} \cdot \frac{M}{R}$$

$V_B$  — внутрішній вільний об'єм апарата, що заповнений паром, м<sup>3</sup> ( $V_B = V_{\text{ап}} - V_p = 1,4 - 0,7 = 0,7$  м<sup>3</sup>)

$\varphi_1$  і  $\varphi_2$  — концентрація насичених парів рідини відповідно при температурі  $T_1$  та  $T_2$ , об. частки;

$T_1$  і  $T_2$  — відповідно температура рідини перед початком нагрівання та після нагрівання, К (за умовами задачі  $T_1 = 293$  К,  $T_2 = 313$  К);

$\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$  — середня концентрація парів в апараті, об. частки.

Концентрацію насичених парів бензолу при температурі 40 °С визначаємо за формулою:

$$\varphi_s = P_s / P_p = 10^3 \cdot 10^{\left( \frac{A - B}{C_a + t_p} \right)} / P_p = 10^3 \cdot 10^{\left( 5,61391 - \frac{902,275}{178,099 + 40} \right)} / 1 \cdot 10^5 \approx 0,3 \text{ об. ч.}$$

Тоді

$$\varphi = (0,115 + 0,3) / 2 = 0,265 \text{ об. ч.}$$

$$G_M = 0,7 \cdot 10^5 \cdot \left( (1 - 0,115) / 293 - (1 - 0,3) / 313 \right) \cdot 0,265 / (1 - 0,265) \cdot 78,11 / / 8314,31 = 0,19 \text{ кг/цикл}$$

4. Кількість парів, що виходять через нещільності апарату, працюючого під підвищеним тиском на стадії перемішування визначаємо за формулами:

$$m_p = I_p \cdot \tau = K_z \cdot K_p \cdot V_B \cdot \sqrt{\frac{M}{T_p}} \cdot \tau = 1 \cdot 3,36 \cdot 10^{-5} \cdot 0,7 \cdot \sqrt{\frac{78,11}{313}} \cdot 900 = 0,0106 \text{ кг}$$

5. Кількість парів, що виходять з апарату під час його розвантаження визначаємо за формулою:

$$G_p = V_B \cdot \varphi_s / T_p \cdot (P_p - P_{\text{бар}}) \cdot M / R = 0,7 \cdot 0,3 / 313 \cdot (1,5 - 1) \cdot 10^5 \cdot 78,11 / 8314,31 = 0,315 \text{ кг / цикл}$$

$P_{\text{бар}}$  — атмосферний (барометричний) тиск, Па.

5. Визначаємо загальну масу парів, що виділяються у виробниче приміщення з усіх апаратів за один цикл їх роботи за формулою:

$$m_{\text{п}} = (\sum G_i \cdot N \cdot \tau + m_p) \cdot 6 = ((0,258 + 0,19 + 0,315) \cdot 1 \cdot 1 + 0,0106) \cdot 6 = 4,642 \text{ кг}$$

$\sum G_i = G_B + G_M + G_p$  — сумарна маса парів, що надходять у приміщення за один цикл «великого дихання», «малого дихання» і при розгерметизації апарата, кг / цикл;

$N$  — кількість циклів протягом години,  $\text{год}^{-1}$ ,  $N = 1$ ;

$\tau$  — тривалість (період) роботи апарата, год,  $\tau = 1$  год.

6. Визначаємо концентрацію парів у виробничому приміщенні з урахуванням повітрообміну за формулою:

$$\varphi_d = m_n / V_v \cdot A \cdot \tau = 4,642 / 400 \cdot 4 \cdot 1 \approx 0,003 \text{ кг / м}^3 = 3 \text{ г / м}^3$$

$V_v$  — вільний об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;

$A$  — кратність повітрообміну,  $\text{год}^{-1}$ ;

$\tau$  — тривалість роботи апаратів, год.

7. Щоб зробити висновок про можливість утворення вибухонебезпечної концентрації у приміщенні необхідно порівняти дійсну (фактичну) концентрацію горючих парів у приміщенні з НКМПП з урахуванням умов вибухобезпеки:

$$\varphi_d \leq 0,2 \cdot \varphi_n \quad (\text{для бензолу } \varphi_n = 1,43 \%)$$

Для переведення  $\varphi_d$  з  $\text{кг / м}^3$  у відсотки використовуємо формулу:

$$100 \cdot \varphi_d^0 = \varphi_d^* \cdot V_t / M = 0,003 \cdot 24 / 78,11 = 0,092 \%$$

$V_t$  — молярний об'єм парів за робочих умов,  $\text{м}^3 / \text{кмоль}$ .

$$V_t = V_0 \cdot T_p / T_0 \cdot P_0 / P_p = 22,4 \cdot 293 / 273 \cdot 101 / 101 \approx 24 \text{ м}^3 / \text{кмоль}$$

$V_0 = 22,4 \text{ м}^3 / \text{кмоль}$  — молярний об'єм парів у нормальних умовах;

$T_0$  та  $P_0$  — відповідно температура та тиск у нормальних фізичних умовах ( $T_0 = 273,15 \text{ К}$ ,  $P_0 = 101 \text{ кПа}$ );

$T_p$  та  $P_p$  — відповідно робоча температура (К) та робочий тиск (кПа) парів у приміщенні.

Таким чином у виробничому приміщенні виконуються вимоги вибухобезпеки, бо

$$\varphi_d = 0,092 \% < 0,2 \cdot 1,43 \%$$

### Контрольні питання

1. Пожежна небезпека апаратів з відкритою поверхнею випаровування. Умови утворення горючого середовища.
2. Порядок визначення (розрахунку) кількості горючих парів, що випаровуються з відкритої поверхні в рухоме та нерухоме середовище.
3. Основні напрямки протипожежного захисту виробництв при наявності апаратів з відкритою поверхнею випаровування.
4. Пожежна небезпека апаратів з дихальними пристроями. Причини та умови утворення горючого середовища.
5. Порядок визначення кількості горючих парів, що виходять назовні під час експлуатації апаратів з дихальними пристроями.

## **Практичне заняття 4 Оцінка кількості горючих речовин, що виходять назовні під час локального та повного пошкодження технологічного обладнання. Пожежно-профілактичні заходи**

Мета – оволодіти навичками визначення кількості горючих речовин, що виходять назовні під час локального та повного пошкодження технологічного обладнання..

### **Зміст заняття**

#### **Загальні відомості**

Необхідною умовою забезпечення ефективної та безпечної експлуатації технологічного обладнання є його стійкість, під якою розуміють спроможність конструкції сприймати зусилля робочих навантажень, не руйнуючись і не створюючи пластичних деформацій понад установлені величини. Вид і товщину матеріалу підбирають так, щоб вони могли протистояти впливу внутрішнього та зовнішнього середовища.

Стійкість технологічного обладнання забезпечується правильним добором матеріалу з урахуванням характеру і розмірів зовнішніх навантажень, що діють на апарат. При цьому завжди виходять із самих несприятливих умов роботи апарата. Але незважаючи на це, на промислових підприємствах нерідко спостерігаються пошкодження та аварії апаратів і трубопроводів.

На практиці ушкодження технологічного обладнання відбуваються через:

- недоліки конструктивного характеру (неправильний розрахунок або вибір матеріалу);
- дефекти виготовлення (приховані внутрішні дефекти матеріалів, неякісна підгонка та зварювання);
- порушення прийнятих режимів роботи;
- відсутність або несправність засобів захисту від перевантажень, неякісного технічного обслуговування та ремонту.

Причини пошкодження ТО прийнято класифікувати таким чином:

- пошкодження в результаті механічних впливів;
- пошкодження в результаті температурних впливів;
- пошкодження в результаті хімічних впливів.

Визначити дійсну причину пошкодження не завжди буває просто, тому що очевидна на перший погляд причина пошкодження у дійсності може бути наслідком ряду інших взаємозалежних явищ. Тому виникає необхідність у вивченні найбільш характерних причин пошкоджень апаратів та обладнання. І перш за все визначення причин пошкодження апаратів дозволить передбачити аварійні ситуації на виробництві.

#### **Завдання**

Визначити тривалість утворення вибухонебезпечної концентрації, а також дійсну концентрацію горючого газу (етилену) у всьому об'ємі виробничого

приміщення при локальному пошкодженні апарату, якщо робочий тиск в апараті  $P_p = 1$  МПа, температура газу в апараті  $t_p = 15$  °С, діаметр отвору в стінці апарату  $d_{\text{отв}} = 20$  мм. Вільний об'єм приміщення  $V_v = 950$  м<sup>3</sup>. Пошкодження ліквідовано через 15 хв. Вентиляція в період аварії не працювала. Коефіцієнт витрати прийняти  $\alpha = 0,65$ .

Розв'язання :

1. Визначаємо площу перерізу отвору, через який горючий газ виходить назовні за формулою:

$$f = \pi \cdot d^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,02^2 / 4 = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

2. Визначаємо режим витікання горючого газу через отвір в апараті, для чого розраховуємо критичний тиск за формулою:

$$P_{\text{кр}} = P_p \cdot (2 / (k + 1))^{k / (k - 1)} = 10^6 \cdot (2 / (1,255 + 1))^{1,255 / 1,255 - 1} = 5,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

де  $k$  — показник адіабати (табл. 5 додатку Б задачника).

Порівнюємо критичний тиск з тиском навколишнього середовища, до якого відбувається витікання газу, а саме ( $P_{\text{кр}} = 5,5 \cdot 10^5$  Па) > ( $P_c = 1 \cdot 10^5$  Па).

Таким чином, режим витікання критичний.

3. Визначаємо швидкість витікання горючого газу через отвір для критичного режиму за формулою:

$$\omega_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{2k}{k + 1} \cdot R_g \cdot (t_p + 273)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,255}{1,255 + 1} \cdot 296,4 \cdot (15 + 273)} = 308,25 \text{ м / с}$$

де  $R_g$  – газова стала. Для етилену  $R_g = R/M = 8\,314,31 / 28,05 = 296,4$  Дж / кг · К

4. Визначаємо густину етилену при робочій температурі за формулою:

$$\rho_t = M / V_t = (M / V_0) \cdot (T_0 / T_p) \cdot (P_p / P_0) = (28,05 / 22,4) \cdot (273 / 288) \cdot (1 / 0,1) = 11,9 \text{ кг/м}^3$$

де  $V_t$  — молярний об'єм газу за робочих умов, м<sup>3</sup> / кмоль, визначається за формулою (1.11):

$$V_t = V_0 \cdot (T_p / T_0) \cdot (P_0 / P_p)$$

5. Визначаємо інтенсивність надходження газу до приміщення за формулою:

$$q = \alpha \cdot f \cdot \omega = 0,65 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 308,25 = 0,063 \text{ м}^3 / \text{с}$$

6. Визначаємо тривалість утворення ВНК газу у виробничому приміщенні за формулою:

$$\tau = (V_B / q) \cdot \ln (1 / 1 - \varphi_H) = (950 / 0,063) \cdot \ln (1 / 1 - 0,027) = 45,24 \text{ с}$$

де  $\varphi_H = 0,027$  об.ч. — НКМПП для етилену.

7. Визначаємо загальну масу газу, що виходить в приміщення за час аварії за формулою:

$$m_d = \alpha \cdot f \cdot \omega \cdot \rho_t \cdot \tau = 0,65 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 308,25 \cdot 11,9 \cdot 900 = 673,8 \text{ кг}$$

8. Визначаємо дійсну концентрацію етилену в об'ємі виробничого приміщення, яка утворюється за час аварії:

$$\varphi_d = m / V_B = 673,8 / 950 = 0,71 \text{ кг / м}^3$$

### **Контрольні питання**

1. Класифікація причин пошкоджень технологічного обладнання.
2. Пожежна безпека та причини пошкодження технологічного обладнання внаслідок механічних дій.
3. Пожежна безпека та причини пошкодження технологічного обладнання від температурних впливів.
4. Пожежна безпека та причини пошкодження технологічного обладнання від хімічних дій.
5. Протипожежні заходи, що запобігають зруйнуванню технологічного обладнання від механічних дій.
6. Протипожежні заходи, що запобігають зруйнуванню технологічного обладнання від температурних впливів.
7. Протипожежні заходи, що запобігають зруйнуванню технологічного обладнання від хімічних дій.
8. Види пошкоджень технологічного обладнання, їх пожежна безпека.
9. Основні параметри, що характеризують пожежну безпеку при локальних пошкодженнях технологічного обладнання.
10. Основні параметри, що характеризують пожежну безпеку при повному зруйнуванні технологічного обладнання.
11. Класифікація аварійних ситуацій та їх наслідки.
12. Захист технологічного обладнання запобіжними клапанами і мембранами.



## **Практичне заняття 5 Протипожежний захист проти розповсюдження пожежі по виробничому технологічному обладнанню**

Мета – вивчити особливості розповсюдження пожежі по виробничому технологічному обладнанню.

### **Зміст роботи**

Аварією вважається вихід із ладу, uszkodження якогось апарата, машини, установки під час роботи, руху. У більшості випадків аварії незалежно від їхнього характеру, є наслідком помилок, допущених на стадіях розробки, проектування, виготовлення, монтажу, експлуатації, обслуговування і ремонту виробничого обладнання.

Наслідки uszkodження або аварії будуть залежати від розмірів аварії, а також пожежонебезпечних властивостей речовин, від їхньої температури і тиску.

Аналіз можливих uszkodжень обладнання і пов'язаних із ним аварійних ситуацій здійснюється в такий спосіб:

- виділяються стадії або ділянки технологічного процесу;
- для кожної стадії або ділянки складається перелік технологічних апаратів або вузлів;
- для кожного апарата або вузла складається найбільше повний перелік можливих uszkodжень;
- аналізується кожне можливе uszkodження з метою з'ясування:
- ступеня uszkodження (локальна або повна руйнація);
- витрати і тривалості витікання (у тому числі загальна кількість речовини, що виходить);
- розмірів небезпечної зовнішньої зони (у результаті розсіювання газу, розтікання і випаровування рідини);
- умов займання і характеру первинного осередку пожежі.

Характерними ознаками аварійних ситуацій є:

- переливання рідини внаслідок переповнювання апаратів;
- інтенсивне (у тому числі аварійне) скидання речовин (газів, парів, рідин) через захисні клапани (унаслідок підвищення тиску в апараті) і дренажні пристрої.

Технологічне обладнання і здійснювані в ньому технологічні процеси розробляються таким чином, щоб при нормальних умовах експлуатації безпека не виникала. Проте аварійні ситуації мають місце.

Аварії й uszkodження технологічного обладнання з горючими речовинами звичайно призводять до спалахів, вибухів і пожеж на виробництвах.

### **Завдання**

Провести перевірочний розрахунок системи аварійного зливу самопливом з вертикального циліндричного апарату, що наведена на рисунку. При

необхідності запропонувати розрахунком заходи, що забезпечують умови виконання аварійного зливу. Вид рідини – ацетон, робоча температура,  $t = 20^{\circ}\text{C}$ , густина  $\rho_t = 790,5 \text{ кг/м}^3$ , об'єм рідини в апараті  $V = 6 \text{ м}^3$ ; робочий тиск атмосферний; площа поперечного перерізу апарата  $F = 3 \text{ м}^2$ ; діаметр аварійного трубопроводу  $d_{\text{вн}} = 100 \text{ мм}$ ; матеріал аварійного трубопроводу – нові сталеві труби; пуск системи – ручний.

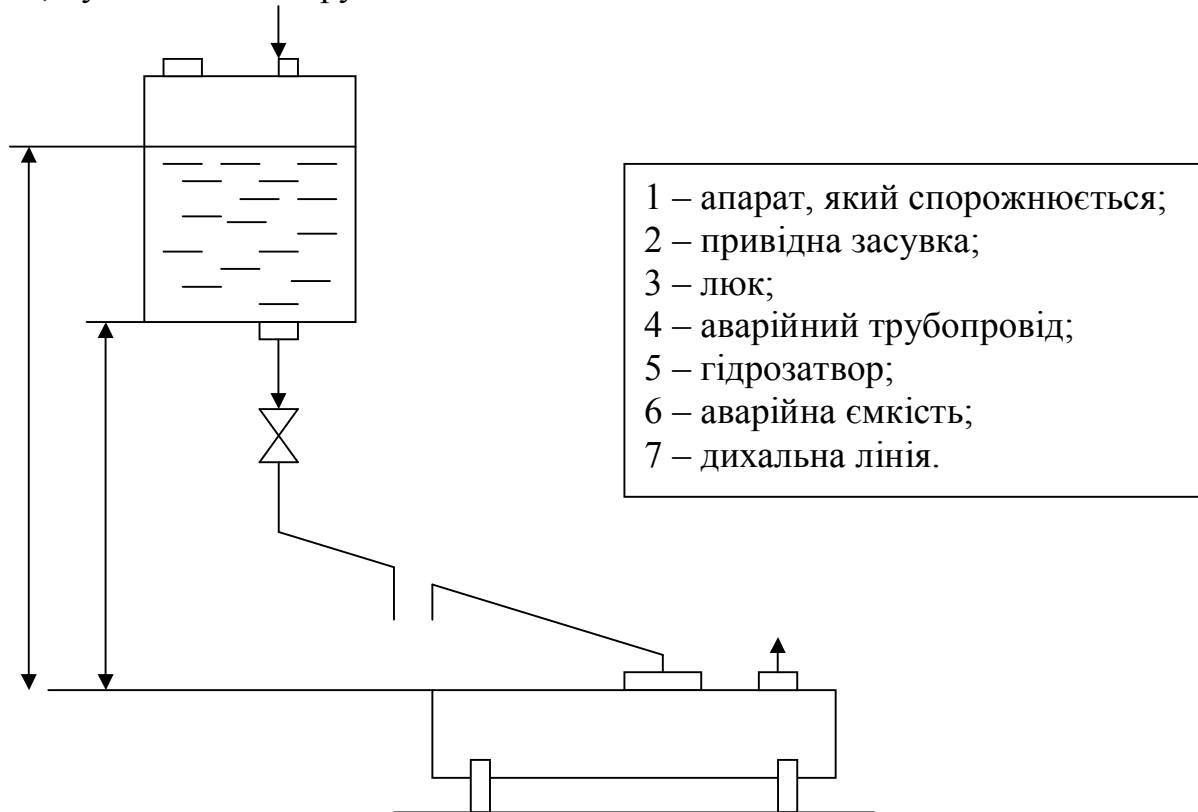


Рисунок 5.1 – Схема аварійного зливу рідини самопливом з апарату з постійним за висотою перерізом.

Рішення:

1. Проводимо трасування аварійного трубопроводу від апарата, який спорожняється, до аварійної ємкості, визначаємо кількість та види місцевих опорів:

а) для першої ділянки трубопроводу довжиною  $L = 5,5 \text{ м}$  коефіцієнти місцевих опорів складуть:

- вхід у зливну трубу  $\xi_{\text{вх}} = 0,2$
- повністю відкрита засувка  $\xi_3 = 0,5$ ;
- коліно трубопроводу (при
- гідрозатвор  $\xi_{\text{г}} = 3$ ;

б) для другої ділянки довжиною  $L = 3 \text{ м}$  коефіцієнти місцевих опорів складуть:

- коліно трубопроводу (при  $\alpha = 120^{\circ}\text{C}$ )  $\xi_{\text{к}} = 0,55$ ;
- вихід з труби в аварійну ємкість  $\xi_{\text{вих}} = 1$ .

2. Визначаємо сумарний коефіцієнт місцевих опорів:

$$\xi_c = \sum N_i \cdot \xi_i = 1 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,55 + 1 \cdot 3 + 1 \cdot 1 = 5,8$$

де  $N_i$  — кількість місцевих опорів одного виду;  $n$  — число видів місцевих опорів

3. Визначаємо максимально допустиму тривалість аварійного спорожнення апарату:

$$\tau_{\text{сп.м}} = [\tau]_{\text{зл}} - \tau_{\text{опер}} = 900 - 300 = 600 \text{ с}$$

де  $[\tau]_{\text{зл}}$  — допустима тривалість аварійного зливу, с. Відповідно до вимог нормативних документів, а саме ВБН. В. 2.2 – 58 – 1 – 94 «Проектування складів нафти та нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа» приймається не більше 900 с;

$\tau_{\text{опер}}$  — тривалість операцій по приведенню системи в дію, с. Оскільки за умовами завдання передбачено ручний пуск системи, приймаємо рівним 300 с.

4. Визначаємо коефіцієнт витрати системи аварійного зливу:

$$\Phi_{\text{сист}} = \sqrt{\frac{1}{1+3\xi_c}} = \sqrt{\frac{1}{1+3 \cdot 5,8}} = 0,233$$

5. Визначаємо діаметр аварійного трубопроводу:

$$d_{\text{тр}} = 0,758 \cdot \sqrt{\frac{V_p}{\tau_{\text{сп.м}} \cdot \Phi_{\text{сист}} \cdot (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2})}} = \sqrt{\frac{6}{600 \cdot 0,233 \cdot (\sqrt{5,5} + \sqrt{3})}} \approx 81 \text{ мм}$$

де  $V_p$  — робочий об'єм рідини в апараті,  $\text{м}^3$ ;

$H_1$  та  $H_2$  – відстань від рівня рідини в апараті на початку зливу до вихідного перерізу аварійного трубопроводу ( $H_1$ ) та від випускного отвору апарату до вихідного перерізу аварійного трубопроводу в аварійній ємкості ( $H_2$ ), м.

Таким чином, задані за умовами задачі труби відповідають розрахунковим значенням, а також вимогам нормативних документів.

6. Визначаємо площу прохідного перерізу труб системи аварійного зливу і вихідного патрубку апарату:

$$f_{\text{тр}} = f_{\text{вих}} = 0,785 d_{\text{вн}}^2 = 0,785 \cdot 0,1^2 = 0,00785 \text{ м}^2$$

7. Визначаємо швидкість руху рідини по аварійному трубопроводу під час зливу:

$$\omega = 2,22 \cdot \varphi_{\text{сист}} \cdot (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}) = 2,22 \cdot 0,233 \cdot (\sqrt{5,5} + \sqrt{3}) = 2,11 \text{ м/с}$$

8. Визначаємо значення критерію Рейнольдса

$$Re = \omega \cdot d_{\text{вн}} \cdot \rho_t / \mu_t = 2,11 \cdot 0,1 \cdot 790,5 / 0,34 = 490,575$$

де  $\mu_t$  — динамічний коефіцієнт в'язкості рідини  $\mu_t = 0,34$ .

9. Визначаємо коефіцієнт опору тертя лінійних ділянок трубопроводу  $\lambda$ .  
Оскільки  $Re < 2300$ , то

$$\lambda = 64/Re = 64 / 490,575 = 0,13$$

10. Визначаємо коефіцієнт опору системи

$$\xi_{\text{сист}} = \xi_c + (\lambda / d_{\text{вн}}) \cdot \sum Li = 5,8 + (0,13 / 0,1) \cdot (5,5 + 3) = 16,85$$

де  $Li$  — довжина  $i$ -ї ділянки трубопроводу, м.

11. Визначаємо уточнене значення коефіцієнта витрати системи:

$$\varphi'_{\text{сист}} = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi_{\text{сист}}}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 16,85}} = 0,237$$

12. Визначаємо помилку при оцінці коефіцієнта витрати системи:

$$\theta_{\varphi} = \frac{|\varphi'_{\text{сист}} - \varphi_{\text{сист}}|}{\varphi_{\text{сист}}} 100\% = \frac{|0,237 - 0,233|}{0,233} 100\% = 1,7 \%$$

Враховуючи те, що помилка  $\theta_{\varphi} < 5 \%$ , вважаємо значення  $\varphi'_{\text{сист}}$  дійсним.

13. Визначаємо тривалість спорожнення апарату:

$$\tau_{\text{спор}} = \frac{0,452 \cdot F \cdot (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})}{\varphi_{\text{сист}} \cdot f_{\text{вих}}} = \frac{0,452 \cdot 3 \cdot (\sqrt{5,5} - \sqrt{3})}{0,233 \cdot 0,00785} = 454,2 \text{ с}$$

де  $F$  — площа поперечного перерізу апарата,  $\text{м}^2$ .

14. Перевіряємо умови виконання аварійного зливу:

$$\tau_{\text{спор}} < \tau_{\text{сп.м}} \Rightarrow 454,2 < 600 \text{ с}$$

Таким чином, запроектована система аварійного зливу повністю відповідає вимогам нормативних документів і забезпечує протипожежний захист технологічного процесу від поширення пожежі.

### **Контрольні питання**

1. Причини і умови поширення пожежі по виробничим приміщенням і технологічним комунікаціям.
2. Заходи профілактики, що обмежують розповсюдження пожежі по виробничим приміщенням.
3. Аварійний злив ЛЗР та ГР. Вимоги до систем аварійного зливу та порядок їх розрахунку.
4. Заходи пожежної профілактики, що виключають розповсюдження пожежі по технологічним комунікаціям.
5. Призначення, принцип дії, галузь застосування та основні види вогнеперешкоджувачів.
6. Захист технологічного обладнання від розповсюдження пожежі.

## **Практичне заняття 6 Пожежно-профілактичне попередження поширення пожежі по технологічним комунікаціям**

Мета – вивчити особливості попередження поширення пожежі по технологічним комунікаціям.

### **Зміст роботи**

Одночасна поява трьох чинників – горючої речовини, окисника і джерела запалювання може привести при певних їх кількісних співвідношеннях до виникнення та розвитку пожежі на виробництві. Основний принцип запобігання пожежі, тобто основний принцип пожежної профілактики, полягає в усуненні або хоча б у роз'єднанні за часом з іншими одного із зазначених чинників.

На багатьох виробництвах, де обертаються горючі речовини в атмосфері окисника (повітря), горюче середовище (ГС) присутнє постійно, і самі пожежонебезпечні джерела тепла є тим єдиним чинником, що може і повинен бути усунутий. Звідси важливість для пожежної профілактики вивчення умов і причин появи пожежонебезпечних джерел тепла.

Джерела тепла за своєю природою виникнення дуже різноманітні. Знання теоретичних основ виникнення горіння може допомогти в розробці заходів, що сприяють запобігання виникнення пожежі, а також у точній оцінці пожежної небезпеки того або іншого технологічного процесу.

Які джерела тепла можна віднести до пожежонебезпечних, тобто до джерел запалювання? І що таке джерело запалювання? Як трактується поняття джерела запалювання?

Відповідно до ДСТУ 2272 – 93 джерелом запалювання (ДЗ) вважається теплова енергія, що призводить до загоряння. Іншими словами, ДЗ може бути таке нагріте тіло (при вимушеному запалюванні) або такий екзотермічний процес, що здатні нагріти деякий об'єм горючої суміші до певної температури, коли швидкість тепловиділення (за рахунок реакції в горючій суміші) дорівнює або перевищує швидкість тепловідведення із зони реакції. Причому потужність і тривалість теплової дії джерела повинні забезпечувати підтримку критичних умов на протязі часу, необхідного для розвитку реакції з формуванням фронту полум'я, здатного до подальшого вільного поширення.

### **Завдання**

Визначити діаметр каналів сітчастого вогнеперешкоджувача, що встановлений на лінії аварійного скидання очищеного етилену з технологічного апарату, якщо робоча температура у трубопроводі  $20^{\circ}\text{C}$  і тиск  $0,15\text{ МПа}$ .

Рішення:

1. Визначаємо стехіометричний коефіцієнт відносно кисню у рівнянні горіння:

$$\beta = n_c + \frac{(n_n - n_x)}{4} - \frac{n_o}{2} = 2 + 4 / 4 = 3$$

2. Визначаємо концентрацію компонентів вихідної суміші стехіометричного складу:

$$\varphi_r = 1 / (1 + 4,84 \cdot \beta) = 1 / (1 + 4,84 \cdot 3) = 0,064$$

3. Визначаємо коефіцієнт теплопровідності горючої суміші:

$$\lambda = \varphi_r \cdot \lambda_r + (1 - \varphi_r) \cdot \lambda_n = 0,064 \cdot 2 \cdot 10^{-2} + (1 - 0,064) \cdot 2,6 \cdot 10^{-2} = 2,56 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$$

4. Визначаємо питому теплоємність горючої суміші:

$$C_p = \varphi_r \cdot C_{p,r} + (1 - \varphi_r) \cdot C_{p,n} = 0,064 \cdot 1554 + (1 - 0,064) \cdot 1005 = 1040,14 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$$

5. Визначаємо питому газову сталу вихідної суміші:

$$R = \frac{8314,31}{\varphi_r \cdot M_r + (1 - \varphi_r) \cdot M_n} = \frac{8314,31}{0,064 \cdot 28,05 + (1 - 0,064) \cdot 28,96} = 287,7 \text{ Дж / кг К}$$

6. Визначаємо критичний діаметр каналів вогнеперешкоджувача:

$$d_{кр} = \frac{Pe_{кр} \cdot R \cdot (t_p + 273) \cdot \lambda}{U_n \cdot C_p \cdot P_p} = \frac{65 \cdot 287,7 \cdot (20 + 273) \cdot 2,56 \cdot 10^{-2}}{0,735 \cdot 1040,14 \cdot 1,5 \cdot 10^5} = 1,223 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 1,223 \text{ мм.}$$

7. Визначаємо фактичний діаметр каналів вогнеперешкоджувача:

$$d = 0,5 \cdot d_{кр} = 0,5 \cdot 1,223 = 0,612 \text{ мм.}$$

### Контрольні питання

1. Причини і умови поширення пожежі по виробничим приміщенням і технологічним комунікаціям.
2. Заходи профілактики, що обмежують розповсюдження пожежі по виробничим приміщенням.
3. Аварійний злив ЛЗР та ГР. Вимоги до систем аварійного зливу та порядок їх розрахунку.

## 2 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

### Лабораторна робота 1 Визначення пожежонебезпечних параметрів електричних іскор в умовах виробництва

Мета – оволодіти навичками визначення кількості теплоти, яку крапля метала здатна віддати горючому середовищу при охолодженні до температури його самозаймання.

#### Зміст роботи

Електричні іскри утворюються при короткому замиканні електропроводки, електрозварюванні та при плавленні електродів електричних ламп розжарювання загального призначення.

Розмір крапель металу при цьому досягає 3 мм (при стельовому зварюванні – 4 мм). При короткому замиканні й під час електрозварювання частинки вилітають у всіх напрямках і їхня швидкість не перевищує 10 та 4 м·с<sup>-1</sup> відповідно.

Температура крапель залежить від виду металу й дорівнює температурі плавлення. Температура крапель алюмінію при короткому замиканні досягає 2 500 °С, температура зварювальних часток і нікелевих часток ламп розжарювання досягає 2 100 °С.

Розмір крапель при різанні металу досягає 15–26 мм, швидкість – 1 м·с<sup>-1</sup>, температура – 1 500 °С. Температура дуги при зварюванні та різанні досягає 4 000 °С, тому дуга є джерелом займання всіх горючих речовин.

Зона розльоту часток при короткому замиканні залежить від висоти розташування дроту, початкової швидкості польоту часток, кута вильоту й носить імовірнісний характер.

При висоті розташування дроту 10 м імовірність потрапляння часток на відстань 9 м становить 0,06; 7 м – 0,45 та 5 м – 0,92; при висоті розташування 3 м імовірність потрапляння часток на відстань 8 м становить 0,01, 6 м – 0,29 і 4 м – 0,96, а при висоті 1 м імовірність розльоту часток на 6 м – 0,06, 5 м – 0,24, 4 м – 0,66 і 3 м – 0,99.

#### Завдання

1. Вивчити положення пункту 3 додатка 3 до ГОСТ 12.1.004–91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

2. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 2.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).



Таблиця 2.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Метал, крапля якого розлітається	
Горюча речовина, у бік якої летить крапля металу	
Прискорення вільного падіння $g$ , $m \cdot c^{-2}$	9,81
Висота падіння краплі $H$ , $m$	
Діаметр краплі $d_k$ , $m$	
Температура краплі на початку польоту $T_{поч}$ , $K$	
Щільність металу $\rho_k$ , $kg^{-1} \cdot m^{-3}$	
Температура плавлення металу $T_{пл}$ , $K$	
Питома теплоємність розплавлення металу $C_p$ , $Dж \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$	
Питома теплота кристалізації металу $C_{кр}$ , $Dж \cdot kg^{-1}$	
Температура samozаймання горючої речовини $T_{сп}$ , $K$	
Температура повітря у приміщенні $T_0$ , $K$	
Коефіцієнт теплопровідності повітря $\lambda_n$ , $Вт \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$
Коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря $\lambda_v$ , $m^2 \cdot c^{-1}$	$1,51 \cdot 10^{-2}$

3. Визначити кількість теплоти, яку крапля металу здатна віддати горючому середовищу при охолодженні до температури його samozаймання.

### Контрольні питання

1. За яких умов утворюються електричні іскри (краплі металу)?
2. Від чого залежить температура крапель?
3. Назвіть приклади температур для крапель різних металів.
4. Що є джерелом запалювання всіх горючих речовин?
5. Від чого залежить зона розльоту часток при короткому замиканні?

## **Лабораторна робота 2 Визначення категорії виробничого приміщення за вибухопожежною та пожежною безпекою**

Мета – оволодіти навичками визначення категорії акумуляторного приміщення для заряджання акумуляторних батарей СК-1.

### **Зміст роботи**

#### **Загальні відомості**

Категорія за вибухопожежною та пожежною безпекою приміщення – класифікаційна характеристика вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщення, що визначається кількістю та пожежовибухонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в них, з урахуванням особливостей технологічних процесів розміщених у них виробництв.

За вибухопожежною та пожежною безпекою приміщення поділяють на категорії А, Б, В, Г і Д.

Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою визначають для найбільш несприятливого щодо виникнення пожежі або вибуху періоду виходячи з виду горючих речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в апаратах і приміщеннях, їх кількості, пожежонебезпечних властивостей, особливостей технологічних процесів.

Визначати категорію приміщень треба послідовно за низхідною – від більш вибухопожежонебезпечної категорії А до Д.

#### **Завдання**

Розглядається акумуляторне приміщення для заряджання акумуляторних батарей СК-1:

При розрахунку надлишкового тиску вибуху за розрахунковий приймається найбільш несприятливий у відношенні вибуху період, пов'язаний з формуванням та заряджанням повністю розряджених батарей із напругою 2,3 В на елемент і найбільшою кількістю зарядного струму, що перевищує в чотири рази максимальний струм заряджання.

Для виконання завдання необхідно:

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 2.2 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

2. Визначити категорію приміщення. В разі віднесення приміщення до категорії А, розглянути можливість зниження категорії за рахунок улаштування аварійної вентиляції, що дає змогу зменшити концентрацію водню.

3. Збільшити або зменшити задану розрахункову температуру повітря у приміщенні  $t_p$  на  $3^{\circ}\text{C}$ . Виконати пункт 2 завдання.

4. Зробити висновок про вплив температури повітря  $t_p, ^{\circ}\text{C}$  у приміщенні на надлишковий тиск вибуху  $\Delta P, \text{кПа}$  у приміщенні.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Параметри приміщення	$L, м$	
	$S, м$	
	$H, м$	
Початковий тиск у приміщенні $P_0, кПа$		101
Максимальний тиск у приміщенні $P_{max}, кПа$		730
Розрахункова температура повітря у приміщенні $t_p, ^\circ C$		
Постійна Фарадея $F, А \cdot с \cdot кмоль^{-1}$		$9,65 \cdot 10^4$
Атомна одиниця маси водню $A, кг \cdot моль^{-1}$		$1 \cdot 10^{-3}$
Валентність водню $Z$		1
Розрахунковий час заряджання $T, с$		3600
Маса кіломоля водню $M, кг \cdot моль^{-1}$		2
Об'єм кіломоля газу за нормальних умов $V_0, м^3 \cdot кмоль^{-1}$		22,413
Кількість атомів водню в молекулі палива $n_H$		2
Коефіцієнт температурного розширення газу $\alpha, град^{-1}$		0,00367
Кількість акумуляторів у батареї СК-1 $n_{СК-1}, шт.$		13
Максимальний струм заряджання батареї СК-1 $I_{СК-1}, А$		9
Кількість акумуляторів у батареї СК-4 $n_{СК-4}, шт.$		12
Максимальний струм заряджання батареї СК-4 $I_{СК-4}, А$		36
Коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення і неадіабатичність процесу горіння $K_H$		3

### Контрольні питання

1. Які приміщення зараховують до категорії А за вибухопожежною та пожежною безпекою?
2. Які приміщення зараховують до категорії Б за вибухопожежною та пожежною безпекою?
3. Які приміщення зараховують до категорії В за вибухопожежною та пожежною безпекою?
4. Які приміщення зараховують до категорії Г за вибухопожежною та пожежною безпекою?
5. Які приміщення зараховують до категорії Д за вибухопожежною та пожежною безпекою?

## **Лабораторна робота 3 Розрахунок необхідного часу евакуації із приміщення виробничого цеху у випадку пожежі**

Мета – оволодіти навичками розрахунку необхідного часу евакуації людей із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату при пожежі.

### **Зміст роботи**

#### **Загальні відомості**

Характерна особливість сучасного будівництва – збільшення кількості будівель із масовим перебуванням людей. До таких будівель можна зарахувати й виробничі приміщення. Пожежі у приміщеннях цих будівель нерідко супроводжуються травмуванням і загибеллю людей. У першу чергу, це стосується пожеж, що швидко розповсюджуються.

Вони є реальною небезпекою для людини вже за декілька хвилин після виникнення й інтенсивної дії на людей небезпечних чинників пожежі (НЧП). Найбільш надійний спосіб гарантування безпеки людей у таких умовах – своєчасна евакуація з приміщення, в якому виникла пожежа.

Кожен об'єкт мусить мати таке об'ємно-планувальне й технічне виконання, за якого евакуація людей із приміщення була завершена до моменту досягнення НЧП гранично допустимих значень. У зв'язку з цим кількість, розміри та конструктивне виконання евакуаційних шляхів і виходів визначаються залежно від необхідного часу евакуації, тобто часу, протягом якого люди мають покинути приміщення, не зазнавши небезпечного для життя і здоров'я впливу пожежі.

Дані щодо необхідного часу евакуації є також вихідною інформацією для розрахунку рівня надання безпеки людей при пожежах у будівлях. Неправильне визначення необхідного часу евакуації може призвести до ухвалення неправильних проектних рішень і збільшення вартості будівель або до недостатнього гарантування безпеки людей у разі виникнення пожежі.

Необхідний час евакуації розраховується як добуток критичної для людини тривалості пожежі на коефіцієнт безпеки.

Під критичною тривалістю пожежі розуміють час, після закінчення якого виникає небезпечна ситуація внаслідок досягнення одним з НЧП гранично допустимого для людини значення. При цьому передбачається, що кожен небезпечний чинник впливає на людину незалежно від інших, оскільки комплексна дія тих різних якісних і кількісних поєднань НЧП, що змінюються в часі, характерних для початкового періоду розвитку пожежі, оцінити наразі неможливо.

Коефіцієнт безпеки враховує можливу похибку при розв'язанні поставленої задачі. Він приймається таким, що дорівнює 0,8.

Таким чином, необхідний час евакуації – нормований проміжок часу до настання критичних значень НЧП, протягом якого люди мають залишити приміщення, будівлю, споруду.

Для визначення необхідного часу евакуації людей із приміщення, потрібно знати динаміку НЧП у зоні перебування людей (робочій зоні) та гранично допустимі для людини значення кожного з них.

До НЧП, які становлять найбільшу небезпеку для людей у приміщенні в початковий період пожежі, що швидко розвивається, можуть бути віднесені:

- підвищена температура середовища;
- дим, що призводить до втрати видимості;
- токсичні продукти горіння;
- знижена концентрація кисню.

Розрахункові формули отримано з урахуванням таких припущень:

• крізь відкриті отвори відбувається тільки витіснення газу з приміщення;

• абсолютний тиск газу у приміщенні під час пожежі не змінюється;

• відношення тепловтрат у будівельній конструкції до теплової потужності вогнища пожежі постійне в часі;

• властивості середовища й питомі характеристики матеріалу (найнижча робоча теплота згорання, димоутворювальна здатність, питомий вихід токсичних газів тощо), що горить при пожежі, постійні;

• залежність вигорілої маси матеріалу від часу є статечною функцією.

Запропонований порядок розрахунку для виконання студентами завдання є справедливим для розрахунку необхідного часу евакуації при пожежах, що швидко розповсюджуються у приміщеннях із середнім за цей період темпом збільшення температури середовища більше  $30 \text{ град}\cdot\text{хв.}^{-1}$ .

Такі пожежі характеризуються наявністю біля стін циркуляційних струменів і відсутністю чіткої межі шару диму.

Використання розрахункових формул для пожеж із меншим темпом зростання температури призведе до заниження величини необхідного часу евакуації, тобто до збільшення запасу надійності при розв'язанні задачі.

### **Завдання**

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 2.3 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

2. Визначити критичну тривалість пожежі для кожної з обраних схем її розвитку.

3. Визначити найбільш небезпечну схему розвитку пожежі.

4. Визначити необхідний час евакуації людей із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату при пожежі.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Параметри приміщення	$L, м$	
	$S, м$	
	$H, м$	
Маса льону, рівномірно розкладеного на підлозі $M_1, кг$		
Маса льону, розташованого на стрічці транспортера $M_2, кг$		
Ширина стрічки транспортера $b, м$		
Параметр $n_1$		3
Параметр $n_2$		2
Висота відмітки зони перебування людей над підлогою приміщення $h_{відм}, м$		
Різниця висот підлоги $\delta, м$		
Питома масова швидкість вигорання $\Psi, кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$		$21,3 \cdot 10^{-3}$
Питома теплоємність матеріалу $C_p, МДж \cdot кг^{-1} \cdot К^{-1}$		$1,985 \cdot 10^{-3}$
Коефіцієнт тепловтрат $\varphi$		0,2
Коефіцієнт повноти горіння $\eta$		0,95
Нижня теплота згорання $Q, МДж \cdot кг^{-1} \cdot К^{-1}$		15,7
Питома швидкість поширення полум'я $v, м \cdot с^{-1}$		0,05
Початкова температура у приміщенні $t_0, ^\circ C$		20
Коефіцієнт відбиття предметів на шляху евакуації $\alpha$		
Початкова освітленість шляхів евакуації $E, лк$		
Димоутворююча здатність матеріалу $D, Нп \cdot м^2 \cdot кг^{-1}$		3,37
Питоме споживання кисню при пожежі $L(O_2), кг \cdot кг^{-1}$		1,83
Питомий вихід чадного газу при пожежі $L(CO), кг \cdot кг^{-1}$		0,0039
Питомий вихід вуглекислого газу при пожежі $L(CO_2), кг \cdot кг^{-1}$		0,36
Гранично припустимий вміст чадного газу в атмосфері приміщення $X(CO), кг \cdot м^{-3}$		$1,16 \cdot 10^{-3}$
Гранично припустимий вміст вуглекислого газу в атмосфері приміщення $X(CO_2), кг \cdot м^{-3}$		0,11
Коефіцієнт безпеки при евакуації $k_б$		0,8

### Контрольні питання

1. Як визначається кількість, розміри та конструктивне виконання евакуаційних шляхів і виходів?
2. Які небезпечні чинники пожежі Ви знаєте?
3. Що розуміють під критичною тривалістю пожежі?
4. Що розуміють під необхідним часом евакуації?

## Лабораторна робота 4 Визначення площі легко скидальної конструкції у виробничому приміщенні в умовах пожежі

Мета – оволодіти навичками визначення площі легко скидальної конструкції у приміщенні для випадку утворення пароповітряної вибухонебезпечної суміші.

### Зміст заняття

#### Загальні відомості

Для зниження надлишкового тиску, що виникає при внутрішніх аварійних вибухах, використовуються легко скидальні конструкції (ЛСК).

Як ЛСК використовується скло глухого скління приміщень і стулок віконних рам, що відкриваються всередину (ЛСК, що руйнуються), стулки віконних рам, що відкриваються назовні, двері та ворота (ЛСК, що обертаються), а також ЛС стінові панелі й полегшені плити перекриттів приміщень (ЛСК, що зміщуються). Стінові панелі можуть бути запроектовані як ЛСК, що обертаються.

ЛСК встановлюються в приміщеннях будинків або протипожежних відсіків категорій А і Б.

За допомогою ЛСК надлишковий тиск у приміщенні при аварійному вибуху знижується до допустимої величини ( $P_{дон}$ ).

При проектуванні будинків вибухонебезпечних виробництв надлишковий тиск приймають, як правило, від 3 до 5  $kPa$ . Нижнє значення надлишкового тиску відповідає будинкам, конструкції яких не розраховані на дію аварійного вибуху.

При зменшенні  $P_{дон}$  площа ЛСК збільшується.

Для зниження надлишкового тиску, що виникає при аварійних вибухах, до величини, що допускається, в першу чергу слід використовувати скління стін приміщень і ліхтарів. При цьому як ЛСК може використовуватися скло глухого скління і стулок віконних рам, що відкриваються всередину, а також стулки віконних рам, що відкриваються назовні (краще з вертикальним шарніром).

Використання зміщуваних ЛСК у вигляді легко скидальних стінних панелей слід передбачати в тих випадках, коли це не несе небезпеки для людей, що перебувають поблизу будинку, в якому встановлюються ЛСК.

#### Завдання

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 4.1.
2. Визначити площу ЛСК у зовнішньому огороженні (стінах) приміщення при використанні зміщуваних панелей.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Розміри приміщення	довжина $a$ , м	
	ширина $b$ , м	
	висота $h$ , м	
Допустимий надлишковий тиск вибуху в приміщенні під час горіння вибухонебезпечної суміші $\Delta P_{дон}$ , кПа		
Ступінь захарашеності приміщення будівельними конструкціями і обладнанням $\Theta_3$		
Частка об'єму, захарашеного будівельними конструкціями, що припадає на великогабаритні конструкції $\Theta_{3в}$		
Частка об'єму, захарашеного будівельними конструкціями, що припадає на малогабаритні конструкції $\Theta_{3м}$		
Назва горючої речовини		
Хімічна формула		
Молярна маса $M$ , г·моль <sup>-1</sup>		
Нижня концентраційна межа поширення полум'я $C_{н}$ , %		
Максимальна нормальна швидкість розповсюдження полум'я $U_{н.мах}$ , м·с <sup>-1</sup>		
Коефіцієнт участі горючої речовини у вибуху $Z$		
Щільність горючого середовища при концентрації горючої речовини, що відповідає нижній концентраційній межі поширення полум'я (НКМП) $\rho_{НКМП}$ , кг·м <sup>-3</sup>		
Щільність горючого середовища при концентрації горючої речовини, що відповідає максимальній нормальній швидкості розповсюдження полум'я $\rho_{мах}$ , кг·м <sup>-3</sup>		
Ступінь стискання продуктів горіння у разі вибуху у замкнутому об'ємі з концентрацією горючого, що відповідає НКМП $\varepsilon_{с. НКМП}$		
Ступінь стискання продуктів горіння у разі вибуху у замкнутому об'ємі з концентрацією горючого, що відповідає максимальній нормальній швидкості поширення полум'я $\varepsilon_{с. мах}$		
Ступінь теплового розширення продуктів горіння у разі вибуху у замкнутому об'ємі з концентрацією пального, що відповідає НКМП $\varepsilon_{р. НКМП}$		
Ступінь теплового розширення продуктів горіння у разі вибуху у замкнутому об'ємі з концентрацією, що відповідає максимальній нормальній швидкості розповсюдження полум'я $\varepsilon_{р. мах}$		
Розрахункова температура в приміщенні $t_p$ , °C		

Примітки: МГ – малогабаритні будівельні конструкції і обладнання, ВГ – великогабаритні будівельні конструкції і обладнання.



## Контрольні питання

1. У яких приміщеннях улаштовують ЛСК?
2. Якої товщини скло застосовується у віконних рамах, що використовуються як ЛСК?
3. Які ви знаєте ЛСК, що руйнуються?
4. Які ви знаєте ЛСК, що зміщуються?

## 3 КОНТРОЛЬНА РОБОТА

### 3.1 Зміст роботи

Контрольна робота (КР) присвячена дослідженню небезпечних чинників пожежі в резервуарному парку для різних сценаріїв її розвитку.

КР передбачає виконання наступних завдань:

- розрахунок інтенсивності теплового випромінювання для кожного з заданих сценаріїв її розвитку;
- визначення максимальних горизонтальних розмірів вибухонебезпечних зон, що утворюються при заданих сценаріях розвитку пожежі;
- розрахунок надлишкового тиску в заданій точці місцевості при згорянні пароповітряної суміші у відкритому просторі для заданих сценаріїв розвитку пожежі;
- розрахунок імпульсу хвилі тиску в заданій точці місцевості при згорянні пароповітряної суміші у відкритому просторі для заданих сценаріїв розвитку пожежі.

### 3.2 Загальні положення та постановка завдання для виконання контрольної роботи

Дослідження небезпечних чинників пожежі для різних сценаріїв її розвитку є складовою оцінки пожежного ризику виробничого об'єкта [1-3]. В даній КР здійснюється дослідження небезпечних чинників пожежі в резервуарному парку.

**Завдання.** Розглядається резервуарний парк, довжиною  $L$ , м та шириною  $S$ , м, до складу якого входить резервуар сталевий циліндричний з купольним дахом без понтона об'ємом  $V_{рез}$ , м<sup>3</sup>, діаметром  $D_{рез}$ , м, висотою  $h_{рез}$ , м і призначений для зберігання бензину марки «АИ-93». Парк має огорожувальну стіну (обвалування), розраховану на гідростатичний тиск рідини, що розлилася.

Необхідно:

1. Підготувати вихідні дані відповідно до таблиці 3.1.
2. Для всіх сценаріїв розвитку пожежі розрахувати інтенсивність теплового випромінювання  $q$  для значень параметру  $r^*$  - відстані від межі осередку пожежі до заданої точки, які змінюються в діапазоні від 0 до 400 м з кроком 20 м. Побудувати графік залежності  $q=f(r^*)$  для кожного із сценаріїв і подати їх на одному рисунку.
3. Розрахувати максимальні горизонтальні розміри вибухонебезпечних зон, що утворюються при сценаріях №1 та №2.
4. Розрахувати надлишковий тиск та імпульс хвилі тиску в заданій точці місцевості при згорянні пароповітряної суміші у відкритому просторі для сценаріїв №1 та №2 для значень параметру  $R$  – відстані від обвалування до заданої точки, яка змінюється в діапазоні від 0 до 1 000 м з кроком 50 м.

Побудувати графіки залежності  $q=f(R^*)$  для сценаріїв №1 та №2 і надати їх на одному рисунку.

5. На підставі аналізу побудованих графіків зробити висновки.

### Приклад проведення розрахунків

Вихідні дані представимо у вигляді таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Назва параметру, його позначення та розмірність		Значення параметру
Марка бензину в резервуарі		«АИ-93» (зимовий)
Константи рівняння Антуана:	$A$	4,265
	$B$	695,019
	$C_A$	223,220
Нижня концентраційна межа поширення полум'я (НКМП), $C_{НКМП}$ , %		1,1
Молярна маса $M$ , $кг \cdot кмоль^{-1}$		95,3
Об'єм бензину в резервуарі $V_{рез}$ , $м^3$		10 000
Діаметр резервуара $D_{рез}$ , $м$		34,2
Довжина резервуарного парку $L$ , $м$		113
Ширина резервуарного парку $S$ , $м$		62
Відстань від межі осередку пожежі до заданої точки $r^*$ , $м$		20
Відстань від обвалування до заданої точки $R^*$ , $м$		200
Висота обвалування $\alpha$ , $м$		3,5
Ширина обвалування $S_{обв}$ , $м$		62
Коефіцієнт розливу $f_p$ , $м^{-1}$		20
Тривалість випаровування $T$ , $с$		3 600
Питома швидкість вигорання $m$ , $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$		0,06
Густина навколишнього повітря $\rho_a$ , $кг \cdot м^{-3}$		1,15
Прискорення вільного падіння $g$ , $м \cdot с^{-2}$		9,81
Розрахункова температура $t_p$ , $^{\circ}C$		37
Коефіцієнт, що залежить від швидкості та температури повітряного потоку над поверхнею випаровування $\eta$		1
Швидкість фронту полум'я $U$ , $м \cdot с^{-1}$		200
Швидкість звуку $C_0$ , $м \cdot с^{-1}$		340
Ступінь розширення продуктів згоряння $\sigma$		7
Корегувальний коефіцієнт $\beta$		1
Атмосферний тиск $P_0$ , $Па$		101 300

## Проведення досліджень

1. Розрахунок площі розливу (випаровування) для сценаріїв №№ 1 – 3.

1.1. Визначаємо площу розливу (випаровування) для сценарію № 1:

$$F_{R1} = L \cdot S = 113 \cdot 62 = 7006 \text{ м}^2.$$

1.2. Визначаємо площу розливу (випаровування) для сценарію №2.

1.2.1. Визначаємо початкову висоту стовпа рідини у резервуарі:

$$h_0 = \frac{V_{рез}}{\pi \cdot \left(\frac{D_{рез}}{2}\right)^2} = \frac{10000}{\pi \cdot \left(\frac{34,2}{2}\right)^2} = 10,9 \text{ м}^2.$$

1.2.2. Визначаємо співвідношення:

$$\frac{\alpha}{h_0} = \frac{3,5}{10,9} = 0,32.$$

1.2.3. За рисунком 2.1, графік 1 визначаємо частку бензину, що перелився через обвалування:

$$N_{пер} = 38 \text{ \%}.$$

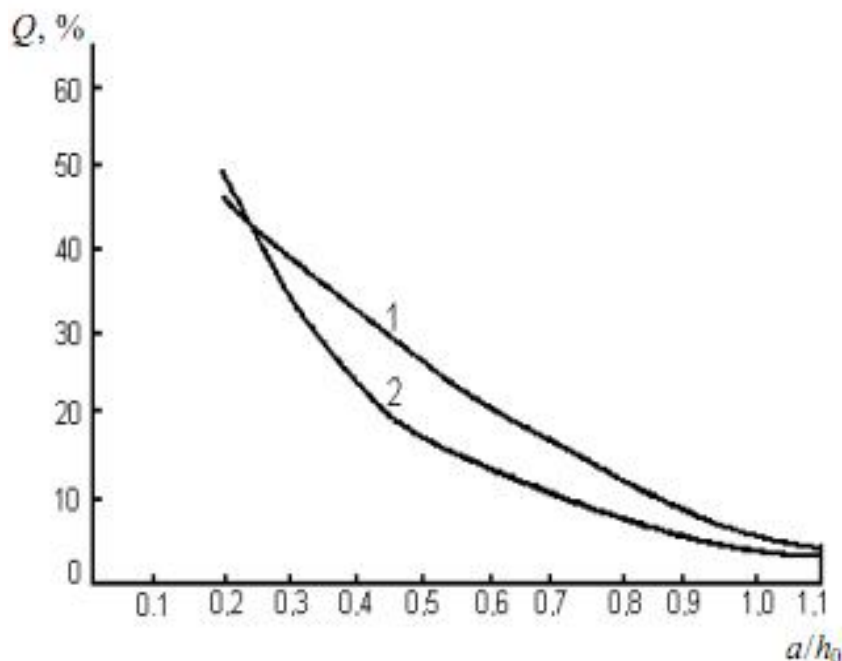


Рисунок 3.1 – Залежність частки рідини, що перелилася через обвалування від параметра a/h<sub>0</sub>; 1 – розрахункова; 2 – експериментальна

1.2.4. Визначаємо кількість бензину, що перелився через обвалування:

$$V_{\text{пер}} = \frac{N_{\text{пер}}}{100} \cdot V_{\text{рез}} = \frac{38}{100} \cdot 10000 = 3800 \text{ м}^3.$$

1.2.5. Визначаємо площу розливу бензину за межами обвалування парку:

$$F_{\text{ПРХ}} = V_{\text{пер}} \cdot f_p = 3800 \cdot 20 = 76000 \text{ м}^2.$$

1.2.6. Визначаємо периметр резервуарного парку:

$$L_{\text{П}} = (L + S) \cdot 2 = (113 + 67) \cdot 2 = 350 \text{ м}.$$

1.2.7. Визначаємо ширину смуги обвалування, вздовж якої розподілена вся кількість бензину, що розлився:

$$X = \frac{\frac{-L_{\text{пер}}}{\pi} + \sqrt{\frac{L_{\text{пер}}^2}{\pi^2} + 4 \cdot \frac{F_{\text{ПРХ}}}{\pi}}}{2} = \frac{\frac{-350}{\pi} + \sqrt{\frac{350^2}{\pi^2} + 4 \cdot \frac{76000}{\pi}}}{2} = 109,5 \text{ м}.$$

1.2.8. Визначаємо площу розливу (випаровування) для сценарію №2:

$$F_{R2} = F_{R1} + F_{\text{ПРХ}} = 7000 + 76000 = 83006 \text{ м}^2.$$

1.3. Визначаємо площу розливу (осередку пожежі) для сценарію №3:

$$F_{R3} = \pi \frac{d^2}{4} = \pi \frac{34,2^2}{4} = 918,2 \text{ м}^2.$$

2. Розрахунок маси парів бензину, що потрапляють до навколишнього простору при реалізації відповідно до сценаріїв №1 та №2.

2.1. Визначаємо тиск насиченої пари:

$$P_{\text{н}} = 10^{\left(\frac{A-B}{t_p+C_A}\right)} = 10^{\left(\frac{4,26511-695,019}{37+223,220}\right)} = 39,3 \text{ кПа}.$$

2.2. Визначаємо інтенсивність випаровування бензину:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{95,3} \cdot 39,3 = 0,000384 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

2.3. Визначаємо масу парів бензину, що потрапляють до навколишнього простору при реалізації сценарію №1:

$$M_1 = F_{R1} \cdot W \cdot T = 7006 \cdot 3,84 \cdot 10^{-4} \cdot 3600 = 9685 \text{ кг.}$$

2.4. Визначаємо масу парів бензину, що потрапляють до навколишнього простору при реалізації сценарію №2:

$$M_2 = F_{R2} \cdot W \cdot T = 83000 \cdot 3,84 \cdot 10^{-4} \cdot 3600 = 114748 \text{ кг.}$$

3. Розрахунок інтенсивності теплового випромінювання для сценаріїв № 1 – 3.

Результатом розрахунку інтенсивності теплового випромінювання пожежі для відповідного сценарію є отримання залежності теплового випромінювання від відстані до межі осередку пожежі.

Для демонстрації нижче проведено розрахунок інтенсивності теплового випромінювання пожежі резервуару площею  $F_{R3}$  (пожежа за сценарієм №3) у точці, розташованій на відстані  $r^* = 20 \text{ м}$  від межі осередку пожежі.

3.1. Розраховуємо ефективний діаметр розливу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{R3}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 918,6}{\pi}} = 34,2 \text{ м.}$$

3.2. Розраховуємо висоту полум'я:

$$H = 42 \cdot d \cdot \left[ \frac{m}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right]^{0,61} = 42 \cdot 34,2 \cdot \left[ \frac{0,06}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 34,2}} \right]^{0,61} = 40,2 \text{ м.}$$

3.3. Розраховуємо відстань від геометричного центру розливу до об'єкта, що опромінюється:

$$r = r^* + 0,5 \cdot d = 20 + 0,5 \cdot 34,2 = 37,1 \text{ м.}$$

3.4. Визначаємо допоміжні розрахункові параметри:

$$3.4.1. \quad h = \frac{2 \cdot H}{d} = \frac{2 \cdot 40,2}{34,2} = 2,35;$$

$$3.4.2. \quad S = \frac{2 \cdot r}{d} = \frac{2 \cdot 37,1}{34,2} = 2,17;$$

$$3.4.3. \quad B = \frac{1 + S^2}{2 \cdot S} = \frac{1 + 2,17^2}{2 \cdot 2,17} = 1,32;$$

$$3.4.4. \quad A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2 \cdot S} = \frac{2,35^2 + 2,17^2 + 1}{2 \cdot 2,17} = 2,59.$$

3.5. Визначаємо фактор опромінення для вертикального майданчика:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{1}{S} \cdot \arctg\left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}}\right) - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \arctg\left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}}\right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \\ \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}}\right) \end{array} \right\} \right] =$$

$$= \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{1}{2,17} \cdot \arctg\left(\frac{2,35}{\sqrt{2,17^2 - 1}}\right) - \frac{2,35}{2,17} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \arctg\left(\sqrt{\frac{2,17-1}{2,17+1}}\right) - \frac{2,59}{\sqrt{2,59^2 - 1}} \cdot \\ \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(2,59+1) \cdot (2,17-1)}{(2,59-1) \cdot (2,17+1)}}\right) \end{array} \right\} \right] =$$

$$= 0,218.$$

3.6. Визначаємо фактор опромінення для горизонтального майданчика:

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

$$= \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{(1,32 - 1/2,17) \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(1,32+1) \cdot (2,17-1)}{(1,32-1) \cdot (2,17+1)}}\right) - \frac{(2,59 - 1/2,17)}{\sqrt{2,59^2 - 1}} \cdot}{\cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(2,59+1) \cdot (2,17-1)}{(2,59-1) \cdot (2,17+1)}}\right)} \right] =$$

$$= 0,115.$$

3.7. Визначаємо кутовий коефіцієнт опромінення:

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,218^2 + 0,116^2} = 0,246.$$

3.8. Визначаємо коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (37,1 - 0,5 \cdot 34,2)) = 0,986.$$

3.9. Середньо поверхнева щільність теплового випромінювання полум'я залежно від діаметра визначається за табл. 2.1 методом лінійної інтерполяції:

$$E_f = E_f(d_m) + \frac{E_f(d_o) - E_f(d_m)}{d_o - d_m} \cdot (d - d_m),$$

де  $d_m$  і  $d_o$  відповідно менше і більше найближче до  $d = 34,2$  м табличне значення параметру  $d$ , тобто  $d_m = 30$  м, а  $d_o = 40$  м, тоді

$$E_f(d_m) = E_f(d_m = 30 \text{ м}) = 35 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2},$$

$$E_f(d_o) = E_f(d_o = 40 \text{ м}) = 28 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Таким чином:

$$E_f = 35 + \frac{28 - 35}{40 - 30} \cdot (34,2 - 30) = 32,06 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Таблиця 3.2 – Середньо поверхнева густина теплового випромінювання полум'я залежно від діаметра осередку пожежі

Паливо	$E_f, \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$				
	$d= 10$ м	$d= 20$ м	$d= 30$ м	$d= 40$ м	$d= 50$ м
Бензин	60	47	35	28	25

Примітка. Якщо  $d > 50$  м, то  $E_f = 25 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ .

3.10. Визначаємо інтенсивність теплового випромінювання пожежі розливу бензину площею  $F_3$  у точці, розташованій на відстані  $r^* = 20$  м від межі осередку пожежі:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 32,06 \cdot 0,247 \cdot 0,986 = 7,78 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Для сценаріїв розвитку пожежі, яким відповідають площі  $F_1$  і  $F_2$ , розрахунок проводиться аналогічним чином, тільки в пункті 3.1 замість  $F_3$  треба підставити відповідно  $F_1$  і  $F_2$ .

За результатами проведених розрахунків були побудовані графіки, які представлені на рисунку 3.1.



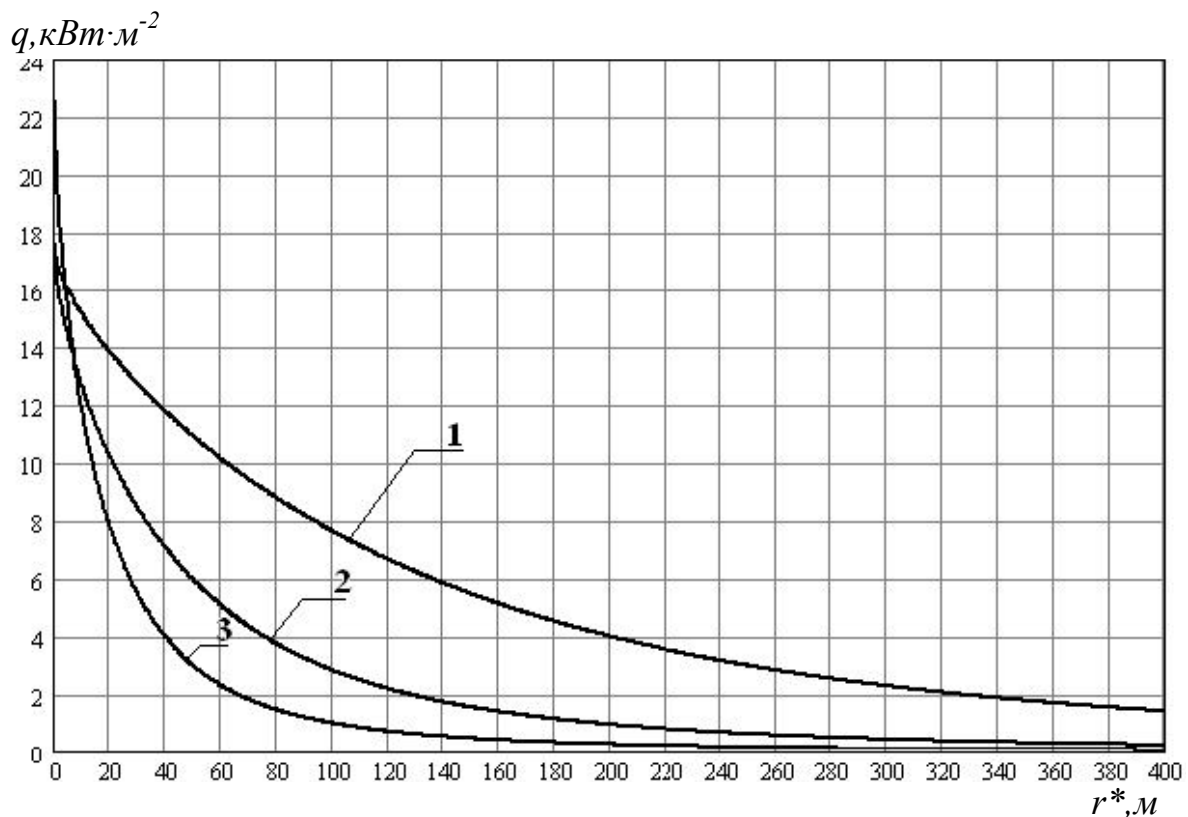


Рисунок 3.2 – Графік залежності інтенсивності теплового випромінювання від відстані до межі осередку пожежі:

1 – для сценарію №2, 2 – для сценарію № 1; 3 – для сценарію № 3.

4. Розраховуємо максимальні горизонтальні розміри пожежонебезпечних зон.

4.1. Визначаємо густину парів бензину при розрахунковій температурі:

$$\rho_{\Pi} = \frac{M}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)} = \frac{95,3}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 3,744 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

4.2. Визначаємо горизонтальний розмір вибухонебезпечної зони, що утворюється в результаті:

4.2.1. реалізації сценарію №1:

$$\begin{aligned} R_{I\dot{E}\ddot{I}\ddot{I}} &= 3,2 \cdot \left(\frac{T}{3600}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{P_i}{\tilde{N}_{I\dot{E}\ddot{I}\ddot{I}}}\right)^{0,8} \cdot \left(\frac{\dot{I}_1}{\rho_{\dot{I}} \cdot D_i}\right)^{0,33} = \\ &= 3,2 \cdot \left(\frac{3600}{3600}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{39,3}{1,1}\right)^{0,8} \cdot \left(\frac{9677}{3,744 \cdot 39,3}\right)^{0,33} = 223 \text{ м} \end{aligned}$$

4.2.2. реалізації сценарію №2:

$$R_{2HKMP} = 3,2 \cdot \left(\frac{T}{3600}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{P_n}{C_{HKMP}}\right)^{0,8} \cdot \left(\frac{M_2}{\rho_{II} \cdot P_n}\right)^{0,33} =$$

$$= 3,2 \cdot \left(\frac{3600}{3600}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{39,3}{1,1}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{114748}{3,744 \cdot 39,3}\right)^{0,33} = 503 \text{ м.}$$

5. Визначення параметрів хвилі тиску при згорянні пароповітряної хмари.

Результатом визначення параметрів хвилі тиску при згорянні пароповітряної хмари є отримання залежностей надлишкового тиску та імпульсу хвилі тиску від відстані до центру хмари.

Для демонстрації нижче проведено розрахунок надлишкового тиску та імпульсу хвилі тиску при згорянні пароповітряної хмари, що утворилася в результаті розливу бензину в межах обвалування (огороження) з потраплянням до атмосфери маси парів бензину  $M_1=9\ 685$  кг у точці, розташованій на відстані 200 м від обвалування.

5.1. Визначаємо відстань від точки, що розглядається, до центра хмари:

$$R = R^* + S_{обв} / 2 = 200 + 62 / 2 = 231 \text{ м.}$$

5.2. Визначаємо питоме енерговиділення:

$$E_{num} = \beta \cdot 44 = 1 \cdot 44 = 44 \text{ МДж} = 44\ 000\ 000 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}.$$

5.3. Визначаємо величину енергозапасу:

$$E = M_1 \cdot E_{num} \cdot 2 = 9685 \cdot 44\ 000\ 000 \cdot 2 = 852\ 288\ 800\ 000 \text{ Дж.}$$

5.4. Визначаємо безрозмірну відстань від центра хмари:

$$R_X = R / (E / P_0)^{1/3} = 231 / (8,516 \cdot 10^{11} / 101300)^{1/3} = 1,136 \text{ м.}$$

5.5. Визначаємо безрозмірний тиск:

$$x_1 = \left(\frac{U^2}{C_0^2}\right) \cdot \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma}\right) \cdot \left(\frac{0,83}{R_X} - \frac{0,14}{R_X^2}\right) =$$

$$\left(\frac{200^2}{340^2}\right) \cdot \left(\frac{7 - 1}{7}\right) \cdot \left(\frac{0,83}{1,136} - \frac{0,14}{1,136^2}\right) = 0,185.$$

5.6. Визначаємо параметр  $W$ :

$$W = \frac{U}{C_0} \cdot \left( \frac{\sigma - 1}{\sigma} \right) = \frac{200}{340} \cdot \left( \frac{7 - 1}{7} \right) = 0,504.$$

5.7. Визначаємо величину безрозмірного імпульсу фази стиснення:

$$I_{X1} = W \cdot (1 - 0,4 \cdot W) \cdot \left( \frac{0,06}{R_X} + \frac{0,01}{R_X^2} + \frac{0,0025}{R_X^3} \right) =$$

$$= 0,504 \cdot (1 - 0,4 \cdot 0,504) \cdot \left( \frac{0,06}{1,136} + \frac{0,01}{1,136^2} + \frac{0,0025}{1,136^3} \right) = 0,025.$$

5.8. Визначаємо надлишковий тиск:

$$\Delta P = P_{X1} \cdot P_0 = 0,185 \cdot 101300 = 18741 \text{ Па.}$$

5.9. Визначаємо імпульс фази стиснення:

$$I = I_{X1} \cdot P_0^{2/3} \cdot \frac{E^{1/3}}{C_0} = 0,024 \cdot 101300^{2/3} \cdot \frac{(852288800000)^{1/3}}{340} = 1515 \text{ Па} \cdot \text{с.}$$

Далі будемо графіки залежності надлишкового тиску та імпульсу фази стиснення від відстані до обвалування (рисунках. 3.3 - 3.6).

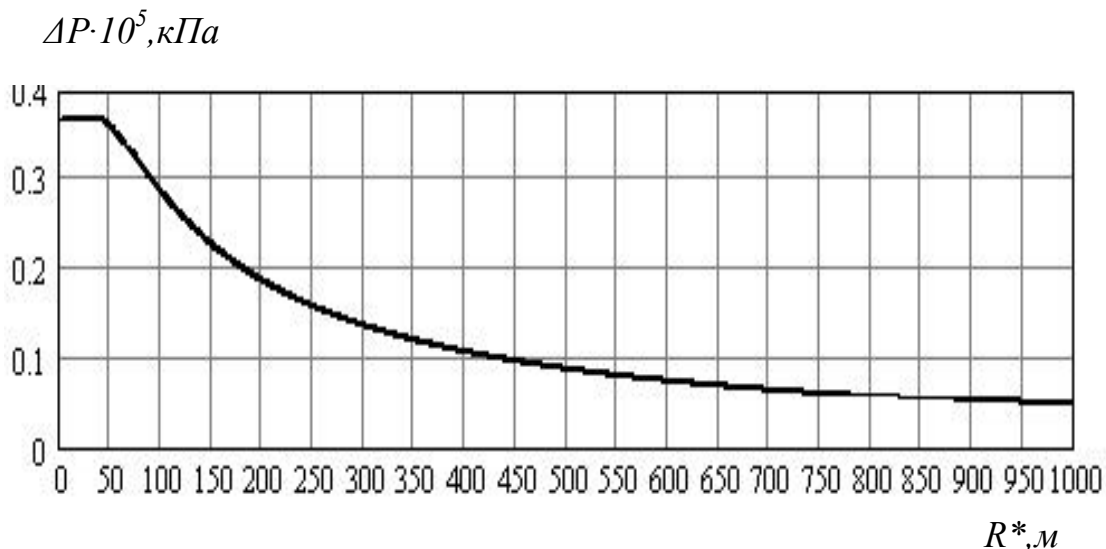


Рисунок 3.3 – Графік залежності надлишкового тиску від відстані до обвалування для сценарію №1

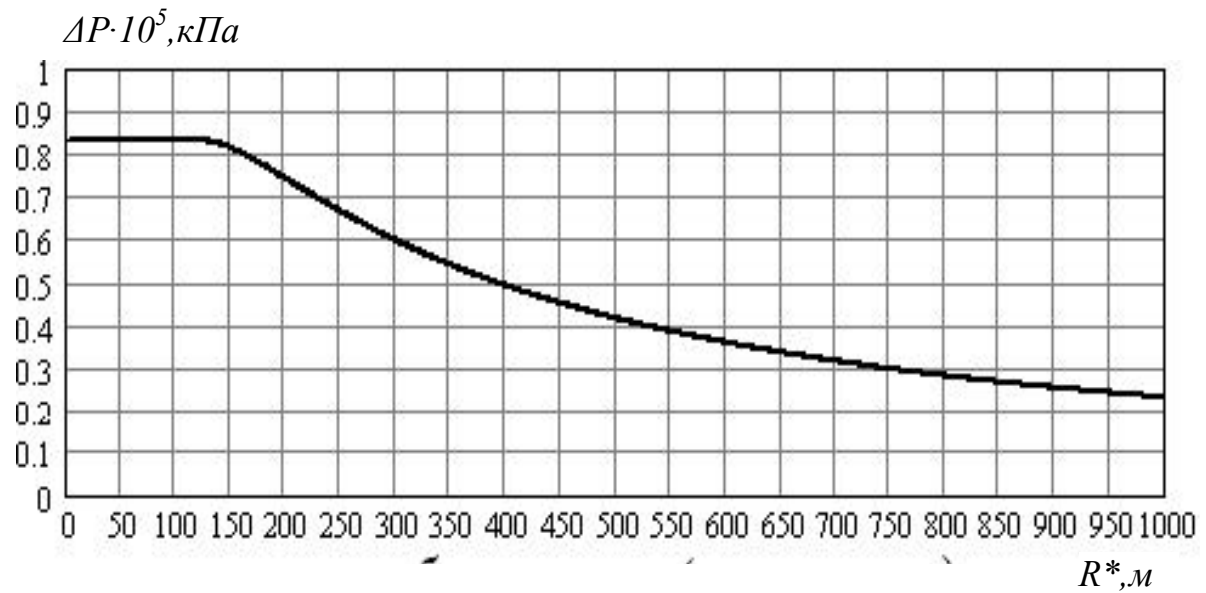


Рисунок 3.4 – Графік залежності надлишкового тиску від відстані до обвалування для сценарію №2

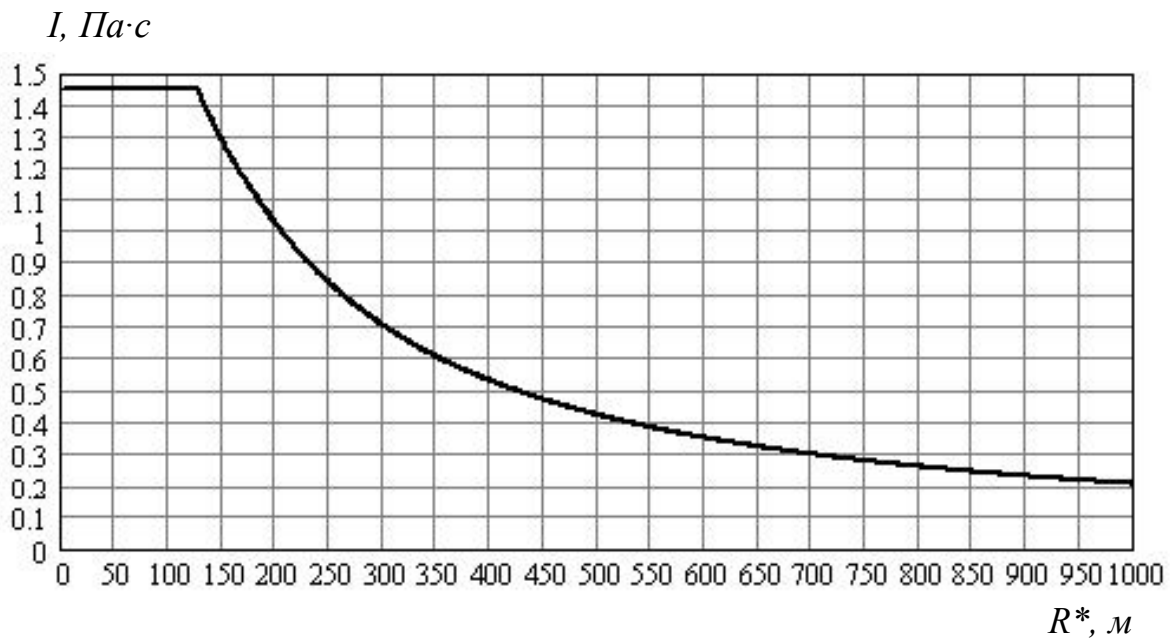


Рисунок 3.5 – Графік залежності імпульсу фази стиснення від відстані до обвалування для сценарію №1

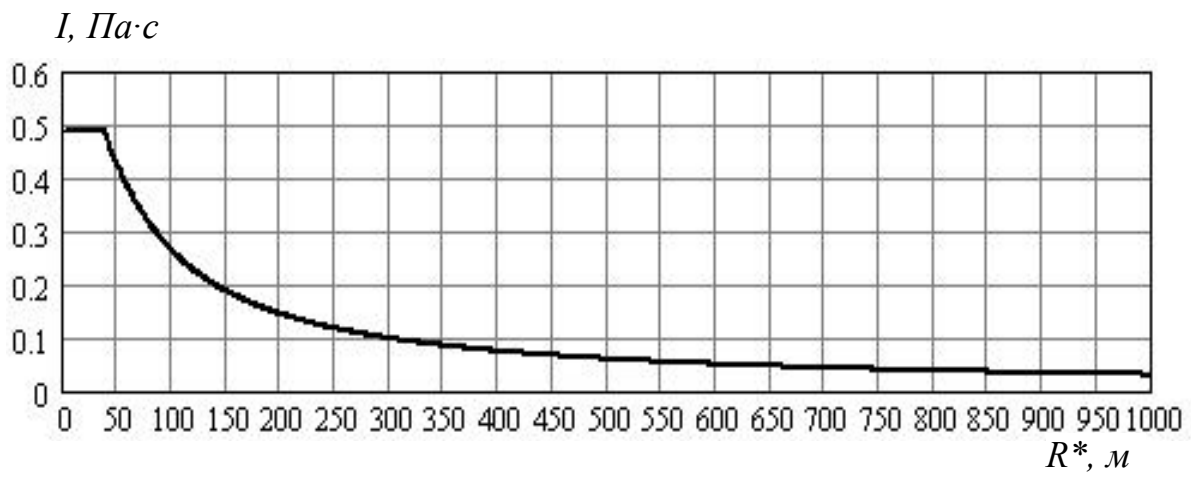


Рисунок 3.6 – Графік залежності імпульсу фази стиснення від відстані до обвалування для сценарію №2.

Далі формуємо висновки стосовно всіх отриманих залежностей.

## 4 САМОСТІЙНА РОБОТА

### 4.1 Загальні положення

В ході вивчення дисципліни «Основи пожежної безпеки» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 263 – «Цивільна безпека» передбачено самостійне вивчення окремих питань згідно зі змістом і тематикою дисципліни. Самостійна робота є складовою частиною навчального процесу на рівні підготовки бакалаврів і сприятиме розвитку навичок до самостійного вирішення питань пожежної безпеки у виробничій діяльності.

Мета самостійної роботи – доповнення і закріплення знань, набутих за час вивчення теоретичного курсу, активізація творчих здібностей студентів, розвиток навичок роботи з нормативними джерелами, а також підготовка до самостійного створення необхідного рівня пожежної безпеки на виробництві.

### 4.2. Вказівки до самостійної роботи

Вивчення рекомендованого для самостійної роботи матеріалу повинно виконуватися послідовно. Самостійна робота повинна відбуватися паралельно з викладенням лекційного матеріалу відповідної тематики.

Теми для самостійної роботи наведені у таблиці 4.1.

Таблиця. 4.1. Теми для виконання самостійної роботи

№ п/п	Найменування тем, змістовний модуль, де перевіряється самостійна навчальна робота
1.	Вивчення основних положень НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні
2.	Гасіння пожеж державною пожежною охороною
3.	Вивчення основних вимог Положення про добровільні пожежні дружини команди
4.	Місцеві протипожежні перешкоди. Вогнестійкість протипожежних перешкод.
5.	Вивчення основних вимог Типового положення про пожежно-технічну комісію
6.	Категорування приміщень та будівель за вибухопожежної та пожежною небезпекою
7.	Вивчення основних вимог Типового положення про службу пожежної безпеки
8.	Системи пожежної сигналізації
9.	Вивчення Типових норм належності вогнегасників
10.	Автоматичні системи пожежогасіння

Вивчення кожного нормативного документу під час самостійної роботи перевіряється шляхом тестування під час проведення модуля відповідної тематики.

Також в ході самостійної роботи студент виконує РГР (КР), у якій визначають температурний режим пожежі в заданому виробничому приміщенні. Роботу виконують на аркушах формату А4, на обкладинці роблять надпис «Розрахунково-графічна робота з дисципліни «Основи пожежної безпеки». Крім того, на обкладинці вказують назву університету, кафедри, прізвище та ініціали студента, групу, рік навчання, шифр залікової книжки, а також прізвище та посаду викладача, під керівництвом якого виконується робота. Повністю виконану і оформлену роботу здають викладачу на рецензію не пізніше ніж за два тижні до початку підсумкового контролю за останнім модулем.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Михайлюк О. П. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів : підручник / О. П. Михалюк. – Харків : АЦЗУ, 2004. – 407 с.
2. Алексеев М. В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств / М. В. Алексеев. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1972. – 338 с.
3. Алексеев М. В. Пожарная профилактика в технологических процессах производств / М. В. Алексеев. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1976. – 292 с.
4. Клубань В. С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса / В. С. Клубань. – М. : Стройиздат, 1987. – 398 с.
5. Шебеко Ю. Н. Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов / Ю. Н. Шебеко, В. Ю. Навценя. – М. : ВНИИПО, 2002. – 77 с.
6. Ройтман В. М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий / В. М. Ройтман. – М. : Пожарная безопасность и наука, 2001. – 382 с.



## **ДОДАТОК А**

### **Приблизний перелік питань, з якими необхідно ознайомити працівників під час проведення вступного, первинного та повторного протипожежних інструктажів**

#### **Вступний протипожежний інструктаж**

Під час проведення вступного протипожежного інструктажу особи, яких приймають на роботу, мають бути ознайомлені:

- з наявністю небезпечних у пожежному відношенні виробництв (дільниць, робіт) та їх загальною характеристикою;
- з діючими на об'єкті правилами, інструкціями, наказами, положеннями з питань пожежної безпеки, загальними вимогами щодо утримання протипожежного режиму;
- з порядком куріння, застосування відкритого вогню, проведення вогневих та інших пожежонебезпечних робіт;
- з можливими причинами пожеж та запобіжними заходами щодо них;
- з відповідальністю за порушення правил пожежної безпеки;
- з місцем знаходження об'єктової пожежної охорони, а в разі її відсутності – найближчої пожежної частини;
- з існуючим на підприємстві порядком (системою) сповіщення людей про пожежу;
- з діями у разі виникнення пожежі (порядком виклику пожежної допомоги, евакуації людей, матеріальних цінностей тощо);
- з правилами використання первинних засобів пожежогасіння.

#### **Первинний і повторний протипожежні інструктажі**

Під час проведення первинного і повторного інструктажів необхідно ознайомити працівників:

- із стислою характеристикою пожежонебезпечних агрегатів, устаткування, речовин та матеріалів, що використовуються в даному приміщенні або в певній споруді;
- з можливими причинами виникнення пожеж та запобіжними заходами і діями щодо них (у тому числі в процесі роботи та після її завершення);
- із правилами (інструкціями) пожежної безпеки, встановленими для працівників даного приміщення, дільниці або споруди, вказавши місця для куріння, якщо воно не забороняється;
- із засобами зв'язку та місцем знаходження найближчого телефону;
- з правилами утримання шляхів евакуації;
- з призначенням існуючих установок пожежної сигналізації та автоматичного пожежогасіння;
- з місцем знаходження первинних засобів пожежогасіння та правилами їх використання;
- із діями в разі виникнення пожежі (порядком виклику пожежної охорони, сповіщення людей, проведення евакуації тощо).

## ДОДАТОК Б

### ЖУРНАЛ

#### реєстрації інструктажів з питань пожежної безпеки

№ з/п	Дата	Вид інструктажу (вступний, первинний, повторний, позаплановий) та назва і номер інструкції, з якої отримано інструктаж	Прізвище, ім'я та по батькові особи, яку інструктують	Професія (посада) особи, яку інструктують (для вступного інструктажу - найменування підрозділу, куди направляється особа)	Прізвище, ініціалли, посада особи, яка інструктує	Підписи		Примітка
						особи, яку інструктують	особи, яка інструктує	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

## ДОДАТОК В

### Форма титульного аркуша інструкції з пожежної безпеки, що діє на підприємстві

(повне найменування підприємства із зазначенням підпорядкованості)

ІНСТРУКЦІЯ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ №

(назва) (місце видання)

## ДОДАТОК Г

### Форма титульного аркуша інструкції з пожежної безпеки, що діє на підприємстві

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ (посада роботодавця)

і найменування підприємства

(число, місяць, рік) №\_

ІНСТРУКЦІЯ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ №

(назва)

(Текст інструкції)

## ДОДАТОК Г

### Форма останньої сторінки інструкції з пожежної безпеки, що діє на підприємстві

(Текст інструкції)

(посада керівника підрозділу (особистий підпис) (прізвище, ініціали)  
(організації – розробника)

УЗГОДЖЕНО:

Керівник (спеціаліст)  
служби охорони  
праці підприємства

(особистий підпис) (прізвище, ініціали)

Юрисконсульт

(особистий підпис) (прізвище, ініціали)

Головний технолог\*

(особистий підпис) (прізвище, ініціали).

\* У разі потреби проект інструкції узгоджується з іншими зацікавленими службами, підрозділами і посадовими особами підприємства, перелік яких визначає служба охорони праці.

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до організації самостійної роботи, проведення практичних занять і  
виконання розрахунково-графічних робіт  
із навчальної дисципліни

**«ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ»**

*(для студентів денної та заочної форм навчання  
спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

Укладач **БЛИМ** Павло Анатолійович

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *П. А. Білим*

План 2017, поз. 155 М

---

Підп. до друку 19.03.2018. Формат 60×84/16.  
Друк на різнографі. Ум. друк. арк. 1,9  
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК 5328 від 11.04.2017.