

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуального завдання по курсу
«Безпечна експлуатація
потенційно небезпечних виробництв»
для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»
усіх форм навчання

Харків
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуального завдання по курсу
«Безпечна експлуатація
потенційно небезпечних виробництв»
для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»
усіх форм навчання

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 08.02.2024р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2024

Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання по курсу «Безпечна експлуатація потенційно небезпечних виробництв» для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека» усіх форм навчання / Уклад.: І. О. Мезенцева. – Х. : НТУ „ХП”, 2024. – 20 с.

Укладач І. О. Мезенцева

Рецензент О. О. Кузьменко

Кафедра безпеки праці та навколишнього середовища

1. МІСЦЕ І ЗНАЧЕННЯ КУРСУ

«Безпечна експлуатація потенційно небезпечних виробництв» – дисципліна, яка вивчає систему організаційних та технічних заходів, що спрямовані на безпечну експлуатація потенційно небезпечних виробництв у галузі машинобудування.

Мета курсу – забезпечити майбутніх фахівців знаннями та практичними навичками створення та контролю безпечної експлуатації потенційно небезпечних виробництв на машинобудівних підприємствах.

Об'єктами вивчення курсу є:

- особливості проведення технологічних процесів на потенційно небезпечних виробництвах у галузі машинобудування;
- особливості експлуатації потенційно небезпечних виробництв;
- вплив потенційно небезпечних виробництв на здоров'я людей.

Предметом вивчення курсу є:

- фактори безпеки потенційно небезпечних виробництв у галузі машинобудування;
- організаційне та технічне забезпечення заходів щодо безпечних умов проведення потенційно небезпечних виробництв у галузі машинобудування;
- методи контролю за станом безпеки потенційно небезпечних виробництв.

Задачами курсу «Безпечна експлуатація потенційно небезпечних виробництв» є навчити студентів:

- ідентифікувати шкідливі та небезпечні виробничі фактори потенційно небезпечних виробництв машинобудівного профілю;
- прогнозувати наслідки впливу небезпечних та шкідливих умов праці потенційно небезпечних виробництв на здоров'я та працездатність фахівців в галузі;
- застосовувати отримані знання стосовно питань безпеки ведення виробничих процесів потенційно небезпечних виробництв в машинобудівній галузі;

- кваліфіковано використовувати у своїй професійній діяльності профілактичні заходи та засоби, які спрямовані на нормалізацію умов праці, усунення причин травматизму й професійних захворювань;
- використовувати нормативно-правову базу для захисту прав особистості на забезпечення нешкідливих та безпечних умов праці.

Компетентності дисципліни:

Інтегральна компетентність

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час практичної діяльності або у процесі навчання, яка передбачає застосування теорій та методів проведення моніторингу, запобігання виникненню аварій, надзвичайних ситуацій, нещасним випадкам (на виробництві) і професійним захворюванням, оцінювання їх можливих наслідків та їх ліквідування.

Загальні компетентності

ЗК 9 Навики здійснення безпечної діяльності.

ЗК 10 Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Спеціальні (фахові) компетентності

СК 1 Усвідомлення функцій держави, форм реалізації цих функцій, правових основ цивільного захисту, охорони праці; дотримання основних принципів здійснення цивільного захисту та державної політики з питань охорони праці.

СК 2 Здатність оперувати термінами та визначеннями понять у сфері цивільного захисту, охорони праці; основними положеннями, вимог та правил стосовно проведення моніторингу, організування та впровадження заходів щодо запобігання, ліквідування надзвичайних ситуацій.

СК 3 Здатність до застосовування тенденцій розвитку техніки і технології захисту людини, матеріальних цінностей і докiлля від небезпек техногенного і природного характеру та обґрунтованого вибору засобів та систем захисту людини і докiлля від небезпек.

СК 6 Здатність до оцінювання ризиків виникнення та впливу надзвичайних ситуацій на об'єктах суб'єкта господарювання та ризиків у сфері безпеки праці.

СК 7 Здатність обґрунтовано обирати та застосовувати методи визначення та контролю фактичних рівнів негативного впливу вражаючих чинників джерел надзвичайних ситуацій на людину і довкілля.

СК 8 Здатність до аналізу й оцінювання потенційної небезпеки об'єктів, технологічних процесів та виробничого устаткування для людини й навколишнього середовища.

СК 10 Здатність обґрунтовувати та розробляти заходи, спрямовані на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, захист населення і територій від надзвичайних ситуацій, забезпечення безпечної праці та запобігання виникненню нещасних випадків і професійних захворювань.

СК 11 Здатність прогнозувати і оцінювати обстановку в зоні надзвичайної ситуації (аварії) та тактичні можливості підрозділів, що залучаються до ліквідування надзвичайної ситуації (аварії).

Результати навчання:

РН 3 Аналізувати суспільні явища й процеси на рівні, необхідному для професійної діяльності, знати нормативно-правові засади забезпечення цивільного захисту, охорони праці, питання нормативного регулювання забезпечення заходів у сфері цивільного захисту та техногенної безпеки об'єктів і територій.

РН 4 Застосовувати отримані знання правових основ цивільного захисту, охорони праці у практичній діяльності.

РН 5 Розробляти тексти та документи з питань професійної діяльності, спілкуватися українською професійною мовою; читати й розуміти фахову іншомовну літературу, використовуючи її у соціальній і професійній сферах; демонструвати культуру мислення та виявляти навички щодо організації культурного діалогу на рівні, необхідному для професійної діяльності.

РН 7 Обирати оптимальні заходи і засоби, спрямовані на зменшення професійного ризику, захист населення, запобігання надзвичайним ситуаціям.

РН 8 Передбачати екологічно-збалансовану діяльність, необхідний рівень індивідуальної безпеки та психічного здоров'я у разі виникнення типових небезпечних подій.

РН 9 Використовувати у професійній діяльності сучасні інформаційні технології, системи управління базами даних та стандартні пакети прикладних програм.

РН 10 Розробляти та використовувати технічну документацію, зокрема з використанням сучасних інформаційних технологій.

РН 13 Класифікувати речовини, матеріали, продукцію, процеси, послуги та суб'єкти господарювання за ступенем їх небезпечності.

РН 14 Ідентифікувати небезпеки та можливі їх джерела, оцінювати ймовірність виникнення небезпечних подій та їх наслідки.

РН 15 Пояснювати номенклатуру, класифікацію та параметри вражаючих чинників джерел техногенних і природних надзвичайних ситуацій та результати їх впливів.

РН 16 Обирати оптимальні способи та застосовувати засоби захисту від впливу негативних чинників хімічного, біологічного і радіаційного походження.

РН 19 Аналізувати і обґрунтовувати інженерно-технічні та організаційні заходи щодо цивільного захисту, техногенної та промислової безпеки на об'єктах та територіях.

2. ЗМІСТ КУРСУ

Тема 1. Мета і задачі, предмет та об'єкт курсу. Загальні вимоги безпеки до потенційно небезпечних виробництв.

Тема 2. Контроль рішення задач безпеки при проектуванні, здійсненні виробничих процесів і організації робіт.

Тема 3. Технічні заходи безпеки до потенційно небезпечних виробництв. Технологічний регламент. Організація робочих місць у виробничих приміщеннях.

Тема 4. Особливості безпечної експлуатації систем, що працюють під тиском, газового устаткування та криогенної техніки.

Тема 5. Безпека при експлуатації газо-, нафто-, продуктопроводів.

Тема 6. Особливості виконання зварювальних робіт. Виробничий травматизм при виконанні зварювальних роботах.

Тема 7. Вимоги безпеки при електрозварювальних та газозварювальних робіт та до газового обладнання.

Тема 8. Безпечна експлуатація у ливарному виробництві. Вимоги безпеки щодо матеріалів, виробничого обладнання, та організації робочих місць.

Тема 9. Особливості пожежо-вибухобезпеки при ливарних роботах.

Тема 10. Вимоги безпеки у ковальсько-пресовому виробництві. Особливості виконання вентиляції та опалення у виробничих приміщеннях ковальсько-пресового виробництва.

Тема 11. Вимоги до матеріалів, виробничого обладнання, організації робочих місць.

Тема 12. Вимоги безпеки при випробуванні енергетичних установок.

Тема 13. Особливості експлуатації двигунів внутрішнього згоряння, компресорів, насосів, турбін та вентиляторів.

Тема 14. Термічна обробка виробів. Вимоги до матеріалів, виробничого обладнання, організації робочих місць. Вимоги до персоналу.

Тема 15. Вимоги безпеки при виконанні гальванічних робіт та підготовчих операцій.

Тема 16. Вимоги безпеки при зберіганні матеріалів, особливостей розташування виробничого обладнання, організації робочих місць.

Тема 17. Хімічні потенційно небезпечні виробництва.

Тема 18. Переробка та отримання токсичних речовин.

Тема 19. Переробка та отримання вибухонебезпечних речовин.

Тема 20. Потенційно небезпечні виробництва у будівельній галузі, а також при проведенні ремонтних та очисних робіт.

3. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ

1. Мета та задачі дисципліни «Безпечна експлуатація потенційно небезпечних виробництв».

2. Предмет та об'єкт дослідження дисципліни безпечна експлуатація потенційно небезпечних виробництв.

3. Загальні вимоги безпеки до потенційно небезпечних виробництв.

4. Організаційні заходи щодо забезпечення безпечно експлуатація потенційно небезпечних виробництв.
5. Відповідальні за безпечне проведення робіт з підвищеною небезпекою.
6. Навчання з охорони праці працівників, зайнятих на роботах з підвищеною небезпекою.
7. Організація проведення робіт з підвищеною небезпекою.
8. Порядок оформлення робіт з підвищеною небезпекою.
9. Правила оформлення наряду-допуску на виконання робіт з підвищеною небезпекою.
10. Вимоги безпеки при виконанні вогневих та газонебезпечних робіт. Специфіка виконання ВР та ГНР у ємностях, колодязях та підземних спорудах.
11. Оцінка безпеки техніки при випробуваннях вимірюванням кількісних характеристик властивостей, що забезпечують її безпеку.
12. Оснащення робочих місць у виробничих приміщеннях.
13. Навести класифікацію посудин та апаратів першої групи, що працюють під тиском.
14. Випробування посудин, що працюють під тиском.
15. Причини вибухів балонів, що працюють під тиском. Заходи запобігання неправильного використання балонів. Правила безпеки при експлуатації балонів.
16. Особливості виконання зварювальних робіт.
17. Резервуарне зберігання газів.
18. Зварювальний аерозоль та основні шкідливі речовини при зварювальних роботах.
19. Загальнообмінна вентиляції зварювальних цехів.
20. Особливості експлуатації при ливарному виробництві.
21. Вибухо-, пожежобезпека у ливарному виробництві.
22. Виділення теплоти у ливарних цехах та заходи захисту від теплового випромінювання.
23. Захист від віброакустичних факторів у ливарному виробництві.
24. Вентиляція та опалення ковальсько-пресового виробництва.

25. Виділення теплоти у ковальсько-пресових цехах. Вибухо - пожежонебезпека у термічних цехах.
26. Характеристика шкідливих речовин, що мають місце у гальванічних цехах.
27. Вимоги до приміщень, де виконуються термічні роботи.
28. Вимоги до матеріалів у ковальсько-пресовому виробництві.
29. Вимоги до приміщення та виробничого обладнання при гальванічних роботах.
30. Особливості експлуатації при термічній обробці виробів.
31. Характеристика віброакустичних параметрів при ковальсько-пресовому виробництві.
32. Технологія, матеріали, що застосовуються у ливарних цехах та їх санітарно-гігієнічна характеристика.
33. Вимоги до виробничого обладнання у ковальсько-пресовому виробництві.
34. Вимоги безпеки до устаткування у термічних цехах з метою обмеження небезпеки пожежі.
35. Особливості розташування приміщень для ковальсько-пресових робіт.
36. Охарактеризувати місцеві відсмоктувачі від гальванічних і травільних ванн.
37. Технологічні прийоми зменшення небезпеки при гальванічних роботах.
38. Організації безпечних робочих місць при термічній обробці виробів.
39. Особливості експлуатації хімічних потенційно небезпечних виробництв.
40. Характеристика токсичних та вибухонебезпечних речовин.

4. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький [та ін.] ; ред. В. В. Березуцький ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 553 с.
2	Дерев'янчук О.В., Дерев'янчук Я.В., Кравченко Г.О., Мотрич А.В. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 264 с.

3	Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» 18.01.2001р.
4	Безпека виробничих процесів і устаткування. Частина І. Організаційні та технічні заходи безпеки трудового процесу: навчальний посібник для студентів спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітня програма – Охорона праці / І. О. Мезенцева. – НТУ “ХПІ”, Харків, 2022. – 246 с.
5	НПАОП 0.00-8.24-05 Перелік робіт з підвищеною небезпекою. Наказ Держнаглядохоронпраці України 26.01.2005 № 15.
6	Методичні вказівки «Організація проведення робіт з підвищеною небезпекою» до дисципліни «Безпека виробничих процесів і устаткування» для студентів за спеціальністю «Охорона праці» денної та заочної форм навчання / уклад. І. М. Любченко, І. О. Мезенцева. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – 36 с.
7	НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. – Затверджено наказом Міністерства соціальної політики України від 05.03.2018 р. № 333.
8	НПАОП 0.00-1.76-15 Правила безпеки систем газопостачання. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 15.05.2015 року № 285.
9	Левченко О. Г., Полукаров О. І. Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник. – К.: Основа, 2014. – 352 с.
10	ДСТУ EN 175-2001 Засоби індивідуального захисту очей та обличчя під час зварювальних та споріднених процесів (EN 175:1997, IDT). - Введ. – 01.07.2003.
11	ДСТУ ГОСТ 12.3.027:2005 Роботи ливарні. Вимоги безпеки. – Введ. 01.07.2006.
12	НПАОП 27.5-1.15-97 Правила безпеки у ливарному виробництві. Держнаглядохоронпраці України 19.02.97 Наказ №31.
13	НПАОП 28.0-1.33-13 Правила охорони праці під час ковальсько-пресових робіт. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 19.12.2013 № 968.

14	НПАОП 28.5-1.02-07. Правила охорони праці при термічній обробці металів : наказ Державного комітету в Україні з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 18.12.2007 року № 315.
15	НПАОП 28.0-1.37-14 Правила охорони праці при нанесенні металопокриттів : наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 20.08.2014 року № 581.

Допоміжна література

16	Технічний регламент обладнання, що працює під тиском. Постанова КМУ від 16 січня 2019 р. N 27
17	Шаталов О. С., Кусковець С. Л. Потенційно небезпечні виробничі технології та їх ідентифікація. Практикум. – Рівне: НУВГП, 2012.-204 с.
18	ДСТУ EN 1247:2014 Ливарне обладнання. Вимоги безпечності для ковшів, наливного устаткування, відцентрових ливарних машин безперервної та напівбезперервної дії.
19	Про затвердження Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів: Наказ МНС України від 23.02.2006 р. № 98
20	Методичні вказівки «Промислова вентиляція. Розрахунки загально-обмінної вентиляції та пристроїв місцевої вентиляції у машинобудуванні» до дисципліни «Безпека виробничих процесів і устаткування» для студентів за спеціальністю «Охорона праці» денної і заочної форми навчання / Мезенцева І. О., Любченко І. М., Котлярова С.В. – Харків : НТУ „ХПІ”, 2015. – 20с.

5. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Варіант індивідуального завдання обирається за номером у списку. Індивідуальне завдання складається з відповідей на контрольні питання теоретичного матеріалу, згідно розділам і темам наданої програми, та вирішення задач. У кінці роботи необхідно навести список використаної літератури. Питання індивідуально завдання приведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Питання індивідуального завдання

Номер варіанта	Номер питання
1	1, 11, 21, 31
2	2, 12, 22, 32
3	3, 13, 23, 33
4	4, 14, 24, 34
5	5, 15, 25, 35
6	6, 16, 26, 36
7	7, 17, 27, 37
8	8, 18, 28, 38
9	9, 19, 29, 39
10	10, 20, 30, 40

6. ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

БЕЗПЕКА СИСТЕМ ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ

Безпека експлуатації пневмогідравлічних систем забезпечується дотриманням правил техніки безпеки, а також введенням до складу запобіжних пристроїв, що не допускають підвищення тиску середовища в системі вище допустимого. Як запобіжні пристрої в пневмогідросистемах застосовуються запобіжні клапани і мембранні запобіжні пристрої (МЗП).

Вибір запобіжних клапанів проводиться згідно Держпраці, основні вимоги яких викладені в [1].

Кількість клапанів в гідросистемі, їх розміри і пропускання здатність повинні бути вибрані так, щоб тиск середовища в системі не перевищувало робочий тиск більш ніж на 0,5 кгс/см² для судин з тиском до 3 кгс/см²; на 15% - для судин з тиском 3-60 кгс/см² і на 10% - для судин з тиском понад 60 кгс/см²; при робочих запобіжних клапанах допускається перевищення тиску в системі не більше ніж на 25% від робочого.

Масова витрата робочого середовища через запобіжний клапан визначається за формулою:

$$G = 0.00159 \alpha \cdot F \cdot B \cdot \sqrt{\rho(p_1 - p_2)} \quad \text{кг/год}, \quad (1)$$

де α - коефіцієнт витрати клапана, який визначається експериментально для кожного клапана, для більшості конструкцій клапанів $\alpha = 0,6 + 0,9$;

F - площа перетину клапана (дорівнює площі дроселюючого перетину), мм²;

p_1 - максимальний тиск перед запобіжним клапаном, кгс/см²;

p_2 - тиск в системі за клапаном, кгс/см²;

ρ - щільність робочого середовища при температурі T_1 і тиску p_1 , кгс/см²;

B - коефіцієнт, який визначається показником адіабатичності процесів.

Для повітря значення коефіцієнта B залежно від показника адіабати представлені в табл. 1. Для рідини $B = 1$.

При відомому масовому потоці робочого середовища в систему і заданому тиску клапаном формула (1) дозволяє визначити необхідну площу прохідного перетину клапана F і вибрати типорозмір запобіжного клапана.

Завдання. Підібрати запобіжний клапан для вихідної магістралі пневмопривода формувальної машини. Клапан призначений для скидання надлишкового витрати стисненого повітря магістралі пневмопривода при аварійних ситуаціях (виключення формувальних машин без зміни режиму роботи компресора, вихід з ладу запобіжного клапана компресора і т.п.). Вихідні дані: надмірний робочий тиск на вході в пневмопривід P_{1p} , кгс/см², надлишковий тиск в системі скидання за клапаном p_2 , кгс/см², надлишковий витрата повітря G , кг/год, щільність повітря ρ , кг/м³, показник адіабати K .

Таблиця 6.1. – Варіанти завдань

№	Надмірний робочий тиск на вході в пневмопривід P_{1p} , кгс/см ² ,	Надлишковий тиск в системі скидання за клапаном p_2 , кгс/см ² ,	Надлишковий витрата повітря G , кг/год	Щільність повітря ρ , кг/м ³	показник адіабати K
1	22	2	14	15,6	1,23
2	24	3	18	14,8	1,3
3	25	5	24	14,6	1,4
4	27	7	28	16,2	2
5	30	3	20	18,4	2,5

Таблиця 6.2. – Значення коефіцієнта В залежно від показника адіабати

[illegible]

Таблиця 6.3. – Характеристики нормалізованих запобіжних клапанів

Діаметр сідла клапана d_c , мм	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	60	80	100
Площа дросселируючого перетину F , мм ² ;	6,5	9,9	16,1	28,8	42,8	66	95	169	264	412	675	1050	1650	2240	4260	6680
Діаметр вхідного клапана d_1 , мм	6	8	10	13	15	20	25	32	40	50	70	70	80	100	150	170

Приклад. Підібрати запобіжний клапан для вихідної магістралі пневмопривода формувальної машини. Клапан призначений для скидання надлишкового витрати стисненого повітря магістралі пневмопривода при аварійних ситуаціях (виключення формувальних машин без зміни режиму роботи компресора, вихід з ладу запобіжного клапана компресора і т.п.). Вихідні дані: надмірний робочий тиск на вході в пневмопривід $P_{1p} = 20 \text{ кгс/см}^2$, надлишковий тиск в системі скидання за клапаном $p_2=0$, надлишковий витрата повітря $G = 16 \text{ кг / год}$, щільність повітря $\rho=14,8 \text{ кг/м}^3$, показник адіабати $K = 1,4$.

Рішення. При тиску робочого середовища $P_1=3460 \text{ кгс/см}^2$ запобіжний клапан повинен спрацьовувати при $P_1 \geq 1,15P_{1p}$. Приймаємо для розрахунку $P_1=1,15 \quad P_{1p}= 23 \text{ кгс/см}^2$. За табл. 6.2 для $\frac{P_2}{P_1} = 0$ і $K = 1,4$ вибираємо $B = 0,484$. Приймаємо $\alpha = 0,6$ і з формули (6.1) знаходимо площу перетину клапана

$$F = \frac{16}{0.00159 \cdot 0.6 \cdot 0.484 \sqrt{14.8 \cdot 23}} = 1880 \text{ мм}^2$$

За табл. 6. 3 вибираємо нормалізований запобіжний клапан, призначений для установки на повітряній магістралі з робочому тиском до 50 кгс/см^2 ($d_c=60 \text{ мм}$, $F = 2240 \text{ мм}^2$, $d_1= 100 \text{ мм}$). Розрахунок МЗП полягає у виборі тиску настройки МЗП, при якому руйнується мембрана:

$$P_H = K \cdot \delta_v \cdot \frac{h}{D} \quad (2)$$

де P_H - тиск настройки, зазвичай $P_H = 1,25P_H^* \text{ кгс/см}^2$,

K - емпіричний коефіцієнт, значення якого залежить від матеріалу мембрани. Для міді $K = 3,2$, для сталі $K = 4,2$;

δ_v - межа міцності на розтяг матеріалу мембрани, кгс/см^2 ;

h - товщина мембрани, см ;

D - діаметр мембрани, см .

Витрата робочого середовища через МЗП після руйнування мембрани визначається по формулі

$$G = \alpha \cdot F_{\text{МПУ}} \cdot E \cdot P_1 \sqrt{\frac{2gM}{848 \cdot K_1}} (1 - \delta_1), \text{ кг/с} \quad (3)$$

де $F_{\text{МЗП}}$ - площа прохідного перетину, см^2 ;

α - коефіцієнт витрати прохідного перетину, для більшості МПУ $\alpha = 0,7 \div 0,9$;

E - коефіцієнт, що враховує розширення газів, $\delta_1 = \frac{P_2}{P_1}$;

M - молекулярна вага газів або парів, що проходять через МЗП;

$K_1 = \frac{PV}{RT}$ - коефіцієнт стисливості газу;

R - газова постійна;

V - питомий об'єм;

g - прискорення вільного падіння.

Формула (6.3) справедлива в області докритичних витікань газів на МЗП, тобто при $\frac{P_1}{P_{\text{кр}}} \cdot \frac{T}{T_{\text{кр}}} < 0,5$, де $P_{\text{кр}}$ і $T_{\text{кр}}$ - критичні параметри стану газів, значення $T_{\text{кр}}$ див. в табл. 6.4.

Таблиця 6. 4. – Критичні параметри стану газів

Газ	$T_{\text{кр}}$, К	Газ	$T_{\text{кр}}$, К
азот	126	кисень	154
ацетилен	309	окис вуглецю	134
водень	33	пропан	370
водяна пара	647	хлор	417
повітря	132	етилен	283

Для суміші газів критичні параметри

$$P_{\text{кр}} = \sum P_{i \text{ кр}} \cdot r_i, \quad (4)$$

$$T_{\text{кр}} = \sum T_{i \text{ кр}} \cdot r_i, \quad (5)$$

де r_i – об'ємна частка i -ого компонента.

Література.

1. НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. — Затверджено наказом Міністерства соціальної політики України від 05.03.2018 р. № 333.

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання
по курсу «Безпечна експлуатація
потенційно небезпечних виробництв»
для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»
усіх форм навчання

Укладач МЕЗЕНЦЕВА Ірина Олександрівна

Відповідальний за випуск проф. Вамболь С. О.
Роботу до видання рекомендувала проф. Райко В. Ф.
В авторській редакції

План 2024 р., поз. 18.

Гарнітура Таймс. Обсяг –1,0 друк. арк.

Видавничий центр НТУ «ХПІ»

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від 21.08.2017 р.
