

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

О.В. Третьяков, Є.В. Доронін, Р.В. Пономаренко, В.Л. Безсонний

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Підручник

Харків 2020

УДК 331.45(075)
О 92

*Друкується за рішенням
Вченої ради Харківської державної академії фізичної культури
протокол № 5 від “ 25 ” травня 2020 року*

Рецензенти:

Калда Г.С. доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівництва та цивільної безпеки Хмельницького національного університету

Филипчук В.Л. доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності Національного університету водного господарства та природокористування, м Рівне

Глива В.А. доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри цивільної та промислової безпеки Національного авіаційного університету м. Київ

О 92 Основи хорони праці : підручник / О.В. Третьяков, Є.В. Доронін, Р.В. Пономаренко, В.Л. Безсонний. Харків, ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 588 с.

Підручник розроблено у відповідності до типової програми дисципліни «Основи хорони праці», затвердженої МОН України 18.03. 2011 р. Він є невід’ємною складовою частиною методичного забезпечення навчального процесу з дисципліни «Основи хорони праці» при реалізації кредитно-модульної системи навчання у вищому навчальному закладі і містить у стислому вигляді основні теоретичні питання з усіх тем, приклади розв’язання типових розрахункових завдань, практичні завдання та тести для самоперевірки знань засвоєних тем, які базуються на чинних нормативних та нормативно-технічних документах.

Підручник орієнтовано на здобувачів вищої освіти.

ISBN 978-617-7751-79-2

© Харківської державної академії фізичної культури, 2020
© О.В. Третьяков, 2020
© Є.В. Доронін, 2020
© Р.В. Пономаренко, 2020
© В.Л. Безсонний, 2020

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	5
1 НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	7
1.1 Основні законодавчі та нормативно-правові акти з охорони праці.....	7
Тестові завдання	12
1.2 Організація охорони праці на підприємстві	46
1.2.1 Система управління охороною праці підприємства.....	46
1.2.2 Основні принципи організації охорони праці в умовах різних форм власності.....	49
1.3 Атестація робочих місць.....	60
1.3.1 Ризик-орієнтований підхід до оцінки умов праці.....	64
1.3.2 Оцінка умов праці за важкістю.....	71
1.4 Навчання з питань охорони праці.....	76
1.4.1 Мета та загальні принципи навчання з питань охорони праці.....	76
1.4.2 Навчання та перевірка знань з охорони праці на виробництві.....	77
1.4.3 Вивчення питань охорони праці в закладах освіти.....	79
1.4.4 Інструктажі з охорони праці.....	80
1.4.5 Стажування (дублювання) та допуск працівників до роботи.....	83
Тестові завдання	83
1.5 Профілактика нещасних випадків на виробництві.....	117
1.5.1 Причини виробничого травматизму.....	117
1.5.2 Методи аналізу виробничого травматизму.....	118
1.5.3 Кількісна оцінка виробничого травматизму.....	118
1.5.4 Методи аналізу ризиків.....	119
1.5.5 Методи ідентифікації небезпек.....	120
1.5.6 Основні показники безпеки та ризику на виробництві.....	124
2 ОСНОВИ ФІЗІОЛОГІЇ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ.....	130
2.1 Повітря робочої зони.....	130
2.1.1 Визначення параметрів мікроклімату робочої зони в залежності від заданої категорії важкості робіт та періоду року.....	130
2.1.2 Склад повітря робочої зони.....	134
2.1.3 Вентиляція виробничих приміщень.....	144
2.2 Освітлення виробничих приміщень.....	176
2.2.1 Розрахунок природного освітлення.....	177
2.2.2 Розрахунок загального штучного освітлення з використанням світлодіодних ламп.....	187
2.3 Захист від вібрації.....	191
2.4 Шум, інфразвук та ультразвук.....	216
2.4.1 Захист від шуму.....	216
2.4.2 Розрахунок очікуваного шуму у приміщенні.....	224
2.4.3 Визначення рівнів шуму від вентиляторів з урахуванням звукоізоляції цегляної стіни.....	225
2.4.4 Розрахунок частотної характеристики звукоізолюючого матеріалу.....	227

2.4.5	Захист від ультразвуку та інфразвуку.....	228
2.5	Електромагнітні поля та випромінювання.....	231
2.5.1	Розрахунок інтенсивності електромагнітного поля на робочому місці.....	235
2.5.2	Захист від електромагнітного випромінювання оптичного діапазону.....	244
2.5.3	Захист від іонізуючих випромінювань.....	259
2.6	Санітарно-гігієнічні вимоги до планування і розміщення виробничих і допоміжних приміщень.....	269
2.6.1	Класи шкідливості підприємств за санітарними нормами.....	273
2.6.2	Вимоги охорони праці до розташування виробничого і офісного обладнання і вимоги охорони праці до організації робочих місць.	281
3	ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ БЕЗПЕКИ.....	293
3.1	Загальні вимоги безпеки виробничого устаткування та процесів	293
3.1.1	Безпека під час експлуатації систем під тиском і криогенної техніки.....	296
	Тестові завдання	304
3.1.2	Безпека під час вантажно-розвантажувальних робіт.....	329
3.2	Електробезпека.....	347
3.2.1	Напруга кроку та напруга дотику.....	358
3.2.2	Розрахунок захисного занулення.....	371
3.2.3	Розрахунок захисного заземлення.....	376
3.2.4	Розрахунок захисного відключення.....	383
3.2.5	Розрахунок блискавкозахисту.....	394
4	ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ НА ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТАХ.....	404
4.1	Визначення категорії виробничих приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою.....	419
4.2	Розрахунок необхідного та фактичного часу евакуації з виробничих приміщень у випадку пожежі.....	435
4.2.1	Евакуація людей з будинків і споруд.....	435
4.3	Складання планів евакуації.....	451
4.4	Вибір типів та визначення необхідної кількості вогнегасників.....	459
	Література.....	474
	Додаток А.....	482
	Додаток Б.....	487
	Додаток В.....	560
	Додаток Г.....	566

ПЕРЕДМОВА

Основи охорони праці вивчається на етапі підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційних рівнів «молодший спеціаліст» і «бакалавр» після вивчення ними дисципліни «Безпека життєдіяльності» та основних дисциплін професійно-орієнтованого циклу, коли майбутні фахівці мають достатнє уявлення щодо умов їхньої майбутньої професійної діяльності.

Метою вивчення дисципліни є надання знань, умінь, здатностей (компетенцій) для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях.

В результаті вивчення дисципліни «Основи охорони праці» молодші спеціалісти та бакалаври з відповідних спеціальностей та напрямів підготовки повинні бути здатними до вирішення професійних задач діяльності, пов'язаних з забезпеченням життя, здоров'я і працездатності під час роботи та мати такі основні загальнокультурні та професійні компетенції з охорони праці:

Загальнокультурні компетенції:

- здатність до ефективного використання положень нормативно-правових документів в своїй діяльності;

- володіння основними методами збереження здоров'я та працездатності виробничого персоналу;

Професійні компетенції:

в виробничо-технологічній діяльності:

- обґрунтування вибору безпечних режимів, параметрів, виробничих процесів (в галузі діяльності);

- ефективне виконання функцій, обов'язків і повноважень з охорони праці на робочому місці, у виробничому колективі;

- проведення заходів щодо усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві;

в організаційно-управлінській діяльності:

- проведення заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності;

- здатність до організації діяльності у складі первинного виробничого колективу з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці;

- методичне забезпечення і проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці серед працівників організації (підрозділу);

в проектно-конструкторській діяльності:

- впровадження безпечних технологій, вибір оптимальних умов і режимів праці, проектування та організація робочих місць на основі сучасних технологічних та наукових досягнень в галузі охорони праці.

Підручник створено у повній відповідності до вимог Типової навчальної програми з дисципліни «Основи охорони праці», затвердженої МОН України 18.03.2011 р. Він містить у стислому вигляді основні теоретичні питання з усіх тем, приклади розв'язання типових розрахункових завдань, практичні завдання та тести для самоперевірки знань засвоєних тем, які базуються на чинних нормативних та нормативно-технічних документах. Підручник є невід'ємною складовою частиною методичного забезпечення навчального процесу з дисципліни «Основи охорони праці» при реалізації кредитно-модульної системи навчання у вищому навчальному закладі.

Підручник підготував колектив авторів у складі: Третяков О.В. – д.т.н., професор кафедри медичних дисциплін та охорони здоров'я Харківської державної академії фізичної культури, Доронін Є.В. – к.т.н., доцент кафедри природоохоронних технологій, екології та безпеки життєдіяльності Харківського національного економічного університету імен С. Кузнеця, Пономаренко Р.В. – к.т.н., старший науковий співробітник кафедри пожежної та рятувальної підготовки Національного університету цивільного захисту України, Безсонний В.Л. – к.т.н., доцент кафедри природоохоронних технологій, екології та безпеки життєдіяльності Харківського національного економічного університету імен С. Кузнеця, з урахуванням досвіду викладання основ охорони праці у цих закладах вищої освіти.

1 НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

1.1 Основні законодавчі та нормативно-правові акти з охорони праці

Нормативно-правова основа охорони праці складається із законів, норм, правил, ухвал та інших документів, що мають силу законів для жителів України, виданих органами законодавчої і виконавчої влади, які торкаються питань захисту життя і здоров'я населення країни.

Всі ці нормативні акти можна умовно поділити на дві категорії:

перша – документи, що стосуються захисту життя і здоров'я людини, як елемента «середовища існування»;

друга – документи, що направлені на збереження «середовища існування» людини.

Базується законодавство про охорону праці на основному Законі країни – Конституції України, яка закладає державні засади безпеки життєдіяльності та охорони праці і проголошує конституційне право всіх громадян на належні, безпечні й здорові умови праці. Це право гарантують наступні статті Конституції:

Ст. 3 «Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визначаються найвищою соціальною цінністю».

Ст. 19 «Правовий порядок в Україні ґрунтується на засадах, відповідно до яких ніхто не може бути примушений робити те, що не передбачене законодавством».

Ст.21 «Усі люди є вільні і рівні у своїй гідності та правах. Права і свободи людини є невідчужуваними та непорушними».

Ст. 23 «Кожна людина має право на вільний розвиток своєї особистості, якщо при цьому не порушуються права і свободи інших людей. З іншої сторони кожна людина має обов'язки перед суспільством».

Ст. 29 «Кожна людина має право на свободу та особисту недоторканність».

Ст. 43 «Кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає або на яку вільно погоджується. Держава створює умови для повного здійснення громадянами права на працю, гарантує рівні можливості у виборі професії та роду трудової діяльності, реалізує програми професійно-технічного навчання, підготовки і перепідготовки кадрів відповідно до суспільних потреб. Використання примусової праці забороняється...».

Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці...

Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється. Громадянам гарантується захист від незаконного звільнення.

Ст. 45 «Кожен, хто працює, має право на відпочинок. Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також оплачуваної щорічної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих

професій і виробництв, скороченої тривалості роботи у нічний час.

Максимальна тривалість робочого часу, мінімальна тривалість відпочинку, а також оплачуваної щорічної відпуски, вихідні та святкові, а також інші умови здійснення цього права, визначаються законом».

Ст. 46 «Громадяни мають право на соціальний захист, що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника ...

Це право гарантується загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням ...

Пенсії, інші види соціальних виплат та допомоги, що є основним джерелом існування, мають забезпечувати рівень життя не нижчий від прожиткового мінімуму, встановленого законом».

Ст. 49 «Кожен має право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування ... У державних і комунальних закладах охорони здоров'я медична допомога надається безкоштовно...

Держава ... забезпечує санітарно-епідемічне благополуччя».

Ст. 50 «Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди...».

Ст. 66 «Кожен зобов'язаний не заподіювати шкоди природі...».

Ст. 68 «Кожен зобов'язаний неухильно додержуватися Конституції України, не посягати на права і свободи, честь і гідність інших людей. Незнання законів не звільняє від юридичної відповідальності».

Всі ці статті створюють правове поле прав і гарантій людини і громадянина України.

До основних положень законодавства України про працю та її охорону них відносяться:

- основні принципи державної політики в області охорони праці;
- права громадян на охорону праці при складанні і висновку трудового договору, а також у період роботи;
- соціальне страхування від нещасних випадків і професійних захворювань;
- права трудящих на пільги і компенсації за важкі і шкідливі умови праці;
- компенсація роботодавцем заподіяної шкоди працівнику у випадку погіршення стану його здоров'я чи нанесення морального збитку;
- виконання вимог охорони праці при проектуванні, будівництві і реконструкції підприємств, розробці і виготовленні засобів виробництва;
- тривалість робочого часу трудящих, скорочена тривалість робочого часу, обмеження робіт у нічний час і понаднормові роботи;
- обов'язки роботодавця відносно створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- обов'язки працівника відносно виконання вимог нормативних актів з охорони праці;
- гарантії охорони праці жінок, обмеження залучення праці жінок у

залежності від умов праці чи роботи в нічний час, гарантії при прийомі на роботу і заборона звільнення вагітних жінок і жінок, що мають неповнолітніх дітей;

- права неповнолітніх у трудових правовідносинах, роботи, на яких забороняється використання праці осіб молодше 18 років;
- медичні огляди й огляди при прийомі на роботу й у період роботи;
- державні міжгалузеві і галузеві нормативні акти з охорони праці (норми, правила, положення, інструкції, переліки тощо). Кодування міжгалузевих і галузевих нормативних актів з охорони праці. Міжнародні стандарти системи стандартів з охорони праці, державні стандарти України в питаннях охорони праці, вимоги охорони праці в нормативних документах в галузі будівництва;
- державний реєстр нормативних актів з охорони праці;
- нормативні акти з охорони праці, що діють у межах підприємства;
- дисциплінарна, адміністративна, матеріальна і кримінальна відповідальність за порушення законодавства чи нормативних актів з охорони праці, за створення перешкод діям посадових осіб органів Державного нагляду за охороною праці і представникам профспілок;
- міжнародне співробітництво в галузі охорони праці, використання світового досвіду організації роботи з поліпшення умов праці;
- директиви ЄС і Конвенції МОП, упровадження їх на Україні.

Основним Законом є Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про охорону праці» від 21.11.2002 р. № 229-ІУ, що визначає основні положення з реалізації конституційного права громадян на охорону їхнього життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участі відповідних державних органів відносини між роботодавцем або власником підприємства, установи, організації чи уповноваженим ним органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Цей Закон приведено у відповідність до Конституції України, чинного Законодавства (Законів України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», «Про оподаткування прибутку підприємств», «Про професійні спілки, їх права і гарантії діяльності»).

Закон включає:

Р. 1. Загальні положення.

Ст.1. Визначення понять і термінів.

Ст.2. Сфера дії Закону.

Ст.3. Законодавство про охорону праці.

Ст.4. Державна політика в галузі охорони праці.

Р. 2. Гарантії прав на охорону праці.

Ст.5. Права на охорону праці під час укладення трудового договору.

Ст.6. Права працівників на охорону праці під час роботи.

Ст.7. Право працівників на пільги і компенсації за важкі і шкідливі умови праці.

Ст.8. Забезпечення працівників спецодягом, іншими засобами індивідуального захисту, мийними та знешкоджувальними засобами.

Ст.9. Відшкодування шкоди у разі ушкодження здоров'я працівників або у разі їх смерті.

Ст.10. Охорона праці жінок.

Ст.11. Охорона праці неповнолітніх.

Ст.12. Охорона праці інвалідів.

Р. 3. Організація охорони праці.

Ст.13. Управління охороною праці та обов'язки роботодавця.

Ст.14. Обов'язки працівника щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці.

Ст.15. Служба охорони праці на підприємстві.

Ст.16. Комісія з питань охорони праці підприємства.

Ст.17. Обов'язкові медичні огляди працівників підприємства.

Ст.18. Навчання з питань охорони праці.

Ст.19. Фінансування охорони праці.

Ст.20. Регулювання охорони праці у колективному договорі, угоді.

Ст.21. Додержання вимог щодо охорони праці під час проектування, будівництва (виготовлення) та реконструкції підприємств, об'єктів і засобів виробництва.

Ст.22. Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій.

Ст.23. Інформація та звітність про стан охорони праці.

Ст.24. Добровільні об'єднання громадян, працівників і спеціалістів з охорони праці.

Р. 4. Стимулювання охорони праці.

Ст.25. Економічне стимулювання охорони праці.

Ст.26. Відшкодування юридичним, фізичним особам і державі збитків, завданих порушенням вимог з охорони праці.

Р.5. Нормативно-правові акти з охорони праці (Ст.27-30).

Р. 6. Державне управління охороною праці (Ст.31-37).

Р. 7. Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці (Ст.38-42).

Р.8. Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці (Ст.43,44).

Р. 9. Прикінцеві положення.

Згідно зі ст.4 Закону України «Про охорону праці», державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Слід зазначити, що запроваджена відповідно до Закону єдина система

соціального страхування від нещасного випадку на виробництві, забезпечення принципу державної політики щодо соціального захисту працюючих знайшли відображення в даному Законі.

В Законі враховано також умови ринкових взаємовідносин. Сьогодні Держава не є одним роботодавцем, як це було раніше. Постійно зростає питома вага приватного сектора економіки. Дію Закону поширено на всіх, хто використовує найману працю, і не має значення, юридична це чи фізична особа.

Крім того, відповідно до Угоди про партнерство та співробітництво між Україною та Європейським Союзом, безпека праці визнана пріоритетним напрямком. Тому не тільки прийнятий Закон, а й підзаконні акти опрацьовуються з урахуванням вимог міжнародного співробітництва.

З переходом до ринкової економіки, появою різних форм власності система жорсткого адміністрування, яка працювала раніше, виявила свої слабкі сторони. Саме тому введено вимогу щодо проведення аудиту охорони праці. Процедура включає самостійне проведення роботодавцем внутрішнього аудиту. Якщо за результатом перевірки охорона праці та безпека виробництва не відповідають встановленим вимогам, підприємству пропонується проведення зовнішнього аудиту. Саме у дотриманні цієї норми закладена суттєва можливість поліпшення ситуації з охорони праці на виробництві.

Суттєво змінено систему видачі дозволів на початок роботи підприємств та об'єктів, яка поширюється лише на об'єкти підвищеної небезпеки, тобто ті, що безпосередньо створюють загрозу для життя та здоров'я працюючих.

Стосовно підприємств малого та середнього бізнесу готується впровадження заявочного принципу безпеки під повну особисту відповідальність роботодавців.

З правової точки зору становлять інтерес «Спільні рекомендації державних органів профспілок про зміст розділу «Охорона праці» у колективному договорі (угоді, трудовому договорі)».

Колективний договір (угода) є найбільш важливим документом у системі нормативного регулювання взаємовідносин між роботодавцями (уповноваженими ними органами) і працівниками з першочергових соціальних питань, у тому числі з питань охорони праці.

Це ствердження впливає з вимог Законів України «Про охорону праці» і «Про колективні договори й угоди», якими передбачено, що здійснення комплексних заходів щодо організації безпечних і нешкідливих умов праці, визначення зобов'язань сторін, а також реалізація працюючими своїх прав і соціальних гарантій на охорону праці забезпечуються в першу чергу за допомогою колективного договору (угоди).

Особливої уваги заслуговує вивчення Закону України «Про внесення змін і доповнень у кодекс України про адміністративні правопорушення і кримінальний кодекс України». Кодекс доповнений наступними статтями:

Ст.41 Порушення вимог законодавства про працю і про охорону праці.

Ст.41(1) Відхилення від участі в переговорах про висновки, зміни чи доповнення до колективного договору, угоди.

Ст.41(2) Порушення чи невиконання колективного договору (угоди).

Ст.41(3) Ненадання інформації для ведення колективних переговорів і здійснення контролю за виконанням колективних договорів, угод.

Ст.188(4) Невиконання законних вимог органів Державного комітету України з нагляду за охороною праці.

Ст.188(5) Невиконання законних вимог органів Міністерства охорони навколишнього природного середовища і ядерної безпеки України.

Ст.188(6) Невиконання законних вимог посадових осіб державної інспекції праці Міністерства праці України.

Ст.93 Порушення вимог законодавчих й інших нормативних документів з безпечного ведення робіт у галузях промисловості.

Ст.95 Порушення правил і норм з ядерної і радіаційної безпеки при використанні джерел іонізуючого випромінювання.

Ст.135 Порушення вимог законодавства про охорону праці.

Тестові завдання

Практичне завдання. Ознайомившись із змістом закону України «Про охорону праці» треба пройти комп'ютерне тестування за допомогою програми Techlab, яка запропонує Вам 20 тестових завдань із загальної бази 160 тестів, наведених нижче, на які Ви повинні надати відповіді за 20 хвилин.

Тести містять в собі запитання різного виду. Якщо варіанти відповідей у завданні позначені колом (○ –), то в такому питанні міститься тільки одна вірна відповідь. Якщо варіанти відповідей у завданні позначені квадратом (□ –), то в такому питанні передбачено декілька вірних відповідей. Питання, що містять в собі три крапки (...) потребують вставляння випущеного слова, кількість таких позначень у питанні відповідає кількості пропущених слів. При виконанні завдання, в якому необхідно обидві частини речення привести до відповідності, треба проти літери лівого стовпчика вказати відповідну цифру правого стовпчика.

Тести для самоперевірки знань

1. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» державне управління охороною праці здійснюють:

А) – Кабінет Міністрів України;

Б) – Державна служба України з питань праці;

В) – міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;

Г) – місцева державна адміністрація, органи місцевого самоврядування;

Д) – асоціації, концерни, корпорації та інші об'єднання підприємств;

Е) – служба охорони праці підприємств.

2. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» державне управління охороною праці здійснюють:

А) – Кабінет Міністрів України;

Б) – Державна служба України з питань праці;

В) – міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;

Г) – місцева державна адміністрація, органи місцевого самоврядування;

Д) – асоціації, концерни, корпорації та інші об'єднання підприємств;

Е) – профспілки.

3. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» державне управління охороною праці не здійснюють:

А) – Кабінет Міністрів України;

Б) – Державна служба України з питань праці;

В) – міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;

Г) – місцева державна адміністрація, органи місцевого самоврядування;

Д) – служба охорони праці підприємств.

4. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» державне управління охороною праці не здійснюють:

А) – Кабінет Міністрів України;

Б) – Державна служба України з питань праці;

В) – міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;

Г) – місцева державна адміністрація, органи місцевого самоврядування;

Д) – профспілки.

5. Компетенція Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці полягає у:

А) – забезпечення реалізації державної політики у галузі охорони праці;

Б) – спрямування і координації діяльності міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці;

В) – проведення єдиної науково-технічної політики в галузі охорони праці;

Г) – розробка і реалізація комплексних заходів щодо покращення безпеки, гігієни праці і виробничого середовища.

6. Компетенція Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці полягає у:

А) – створення при необхідності професійних воєнізованих аварійно-рятувальних формувань;

Б) – забезпечення реалізації державної політики у галузі охорони праці;

В) – фінансування опрацювання і перегляду нормативних актів про

охорону праці;

Г)□ – спрямування і координації діяльності міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці.

7. Компетенція Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці полягає у:

А)□ – здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств у галузі охорони праці;

Б)□ – організація у встановленому порядку навчання і перевірки знань та норм охорони праці;

В)□ – забезпечення реалізації державної політики у галузі охорони праці;

Г)□ – спрямування і координації діяльності міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці.

8. До компетенції Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці не відноситься:

А)○ – здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств у галузі охорони праці;

Б)○ – забезпечення реалізації державної політики у галузі охорони праці;

В)○ – спрямування і координація діяльності міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці.

9. До компетенції Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці не відноситься:

А)○ – організація у встановленому порядку навчання і перевірки знань та норм охорони праці;

Б)○ – забезпечення реалізації державної політики у галузі охорони праці;

В)○ – спрямування і координація діяльності міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці.

10. До компетенції Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці не відносяться:

А)○ – фінансування опрацювання і перегляду нормативних актів про охорону праці;

Б)○ – забезпечення реалізації державної політики у галузі охорони праці;

В)○ – спрямування і координація діяльності міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці.

11. До компетенції Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці не відноситься:

А)○ – створення за необхідності професійних воєнізованих аварійно-рятувальних формувань;

Б)○ – забезпечення реалізації державної політики у галузі охорони праці;

В)○ – спрямування і координація діяльності міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці.

12. До компетенції Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці не відноситься:

А)○ – проведення єдиної науково-технічної політики в галузі охорони праці;

Б)○ – забезпечення реалізації державної політики у галузі охорони праці;

В)○ – спрямування і координація діяльності міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці.

13. До компетенції Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці не відносяться:

А)○ – розробка і реалізація комплексних заходів щодо покращення безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;

Б)○ – забезпечення реалізації державної політики у галузі охорони праці;

В)○ – спрямування і координація діяльності міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці.

14. До основних завдань, які покладаються на Державну службу України з питань праці, відносяться:

А)□ – фінансування опрацювання і перегляду нормативних актів про охорону праці;

Б)□ – комплексне управління охороною праці на державному рівні;

В)□ – реалізація державної політики у сфері охорони праці;

Г)□ – координація робіт з профілактики травматизму невиробничого характеру;

Д)□ – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів в і засобів виробництва.

15. До основних завдань, які покладаються на Державну службу України з питань праці, відносяться:

А)□ – комплексне управління охороною праці на державному рівні;

Б)□ – реалізація державної політики у сфері охорони праці;

В)□ – координація робіт з профілактики травматизму невиробничого характеру;

Г)□ – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів і засобів виробництва;

Д) – здійснення відомчого контролю за станом охорони праці.

16. До основних завдань, які покладаються на Державну службу України з питань праці, відносяться:

А) – комплексне управління охороною праці на державному рівні;

Б) – реалізація державної політики у сфері охорони праці;

В) – визначення функцій міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці;

Г) – координація робіт з профілактики травматизму невиробничого характеру;

Д) – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів і засобів виробництва.

17. До основних завдань, які покладаються на Державну службу України з питань праці, відносяться:

А) – комплексне управління охороною праці на державному рівні;

Б) – реалізація державної політики у сфері охорони праці;

В) – розробка і реалізація комплексних заходів щодо покращення безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;

Г) – координація робіт з профілактики травматизму невиробничого характеру;

Д) – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів і засобів виробництва.

18. До основних завдань, які покладаються на Державну службу України з питань праці, не відноситься:

А) – фінансування опрацювання і перегляду нормативних актів про охорону праці;

Б) – комплексне управління охороною праці на державному рівні;

В) – реалізація державної політики у сфері охорони праці;

Г) – розробка за участю міністерств та інших органів та організацій загальнодержавної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Д) – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів і засобів виробництва.

19. До основних завдань, які покладаються на Державну службу України з питань праці, не відносяться:

А) – комплексне управління охороною праці на державному рівні;

Б) – реалізація державної політики у сфері охорони праці;

В) – розробка за участю міністерств та інших органів та організацій загальнодержавної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Г) – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів і засобів виробництва;

Д) – здійснення відомчого контролю за станом охорони праці.

20. До основних завдань, які покладаються на Державну службу

України з питань праці, не відносяться:

А)○ – комплексне управління охороною праці на державному рівні;

Б)○ – реалізація державної політики у сфері охорони праці;

В)○ – визначення функцій міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних умов праці;

Г)○ – розробка за участю міністерств та інших органів та організацій загальнодержавної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Д)○ – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів в і засобів виробництва.

21. До основних завдань, які покладаються на Державну службу України з питань праці, не відносяться:

А)○ – комплексне управління охороною праці на державному рівні;

Б)○ – реалізація державної політики у сфері охорони праці;

В)○ – розробка і реалізація комплексних заходів щодо покращення безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;

Г)○ – розробка за участю міністерств та інших органів та організацій загальнодержавної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Д)○ – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів і засобів виробництва.

22. До повноважень міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади в галузі охорони праці відносяться:

А)□ – проведення єдиної науково-технічної політики в галузі охорони праці;

Б)□ – координація робіт з профілактики травматизму невиконавчого характеру;

В)□ – розробка і реалізація галузевих програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;

Г)□ – здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств в галузі охорони праці;

Д)□ – укладання з відповідними галузевими профспілками угод з питань покращення умов і безпеки праці;

Е)□ – участь в опрацюванні і перегляді нормативних актів про охорону праці;

Ж)□ – організація у встановленому порядку навчання і перевірки знань та норм з охорони праці керівними працівниками і спеціалістами галузі;

З)□ – створення за необхідності професійних воєнізованих аварійно-рятувальних формувань;

И)□ – здійснення відомчого контролю за станом охорони праці.

23. До повноважень міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади в галузі охорони праці відносяться:

А)□ – проведення єдиної науково-технічної політики в галузі охорони

праці;

Б)□ – розробка і реалізація галузевих програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;

В)□ – здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств в галузі охорони праці;

Г)□ – укладання з відповідними галузевими профспілками угод з питань покращення умов і безпеки праці;

Д)□ – участь в опрацюванні і перегляді нормативних актів про охорону праці;

Е)□ – організація у встановленому порядку навчання і перевірки знань та норм охорони праці керівними працівниками і спеціалістами галузі;

Ж)□ – створення за необхідності професійних воєнізованих аварійно-рятувальних формувань;

З)□ – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів в і засобів виробництва;

И)□ – здійснення відомчого контролю за станом охорони праці.

24. До повноважень міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади в галузі охорони праці не відноситься:

А)○ – проведення єдиної науково-технічної політики в галузі охорони праці;

Б)○ – розробка і реалізація галузевих програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;

В)○ – здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств в галузі охорони праці;

Г)○ – укладання з відповідними галузевими профспілками угоди з питань покращення умов і безпеки праці;

Д)○ – участь в опрацюванні і перегляді нормативних актів про охорону праці;

Е)○ – організація у встановленому порядку навчання і перевірки знань та норм з охорони праці керівними працівниками і спеціалістами галузі;

Ж)○ – створення за необхідності професійних воєнізованих аварійно-рятувальних формувань;

З)○ – проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію підприємств, об'єктів в і засобів виробництва;

И)○ – здійснення відомчого контролю за станом охорони праці.

25. До повноважень міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади в галузі охорони праці не відноситься:

А)○ – проведення єдиної науково-технічної політики в галузі охорони праці;

Б)○ – координація робіт з профілактики травматизму невиробничого характеру;

В)○ – розробка і реалізація галузевих програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;

Г)○ – здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств галузі

з охорони праці;

Д)○ – укладання з відповідними галузевими профспілками угоди з питань покращення умов і безпеки праці;

Е)○ – участь в опрацюванні і перегляді нормативних актів про охорону праці;

Ж)○ – організація у встановленому порядку навчання і перевірки знань та норм з охорони праці керівними працівниками і спеціалістами галузі;

З)○ – створення за необхідності професійних воєнізованих аварійно-рятувальних формувань;

И)○ – здійснення відомчого контролю за станом охорони праці.

26. До повноважень місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування у галузі охорони праці у межах відповідної території відносяться:

А)□ – забезпечення реалізації державної політики в галузі охорони праці;

Б)□ – формування за участю профспілок програми заходів з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, що мають регіональне значення;

В)□ – внесення пропозицій щодо організації регіональних аварійно-рятувальних формувань;

Г)□ – здійснення контролю за додержанням нормативних актів про охорону праці;

Д)□ – фінансування опрацювання і перегляду нормативних актів про охорону праці.

27. До повноважень місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування у галузі охорони праці у межах відповідної території відносяться:

А)□ – забезпечення реалізації державної політики в галузі охорони праці;

Б)□ – формування за участю профспілок програми заходів з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, що мають регіональне значення;

В)□ – здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств з охорони праці;

Г)□ – внесення пропозицій щодо організації регіональних аварійно-рятувальних формувань;

Д)□ – здійснення контролю за додержанням нормативних актів про охорону праці.

28. До повноважень місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування у галузі охорони праці у межах відповідної території відносяться:

А)□ – забезпечення реалізації державної політики в галузі охорони праці;

Б)□ – формування за участю профспілок програми заходів з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, що мають регіональне значення;

В)□ – внесення пропозицій щодо організації регіональних аварійно-рятувальних формувань;

Г)□ – здійснення відомчого контролю за станом охорони праці;

Д)□ – здійснення контролю за додержанням нормативних актів про охорону праці.

29. До повноважень місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування у галузі охорони праці у межах відповідної території не відноситься:

А)○ – забезпечення реалізації державної політики в галузі охорони праці;

Б)○ – формування за участю профспілок програми заходів з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, що мають регіональне значення;

В)○ – внесення пропозицій щодо організації регіональних аварійно-рятувальних формувань;

Г)○ – здійснення контролю за додержанням нормативних актів про охорону праці;

Д)○ – фінансування опрацювання і перегляду нормативних актів про охорону праці.

30. До повноважень місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування у галузі охорони праці у межах відповідної території не відноситься:

А)○ – забезпечення реалізації державної політики в галузі охорони праці;

Б)○ – формування за участю профспілок програми заходів з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, що мають регіональне значення;

В)○ – здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств в галузі охорони праці;

Г)○ – внесення пропозицій щодо організації регіональних аварійно-рятувальних формувань;

Д)○ – здійснення контролю за додержанням нормативних актів про охорону праці.

31. До повноважень місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування у галузі охорони праці у межах відповідної території не відноситься:

А)○ – забезпечення реалізації державної політики в галузі охорони праці;

Б)○ – формування за участю профспілок програми заходів з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, що мають регіональне значення;

В)○ – внесення пропозицій щодо організації регіональних аварійно-рятувальних формувань;

Г)○ – здійснення відомчого контролю за станом охорони праці;

Д)○ – здійснення контролю за додержанням нормативних актів про охорону праці.

32. Який рівень управління охороною праці не передбачає Закон «Про охорону праці»:

А)○ – державний;

Б)○ – галузевий;

В)○ – регіональний;

Г)○ – партійний;

Д)○ – відомчий.

33. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

34. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів , які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

35. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

36. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації , планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

37. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

38. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

39. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

40. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою , безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

41. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, ... і ... умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

42. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних , запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

43. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

44. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо

здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, ... травматизму та ... , а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

45. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

46. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, законодавством про охорону праці.

47. Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять спрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про

48. До основних функцій управління охороною праці належать:

- А) – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- Б) – організація та координація робіт;
- В) – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Г) – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Д) – стимулювання діяльності з охорони праці;
- Е) – навчання працівників безпечним методам праці та пропаганда

питань охорони праці.

49. До основних функцій управління охороною праці належать:

- А) – забезпечення безпеки технологічних процесів;
- Б) – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- В) – організація та координація робіт;
- Г) – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Д) – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Е) – стимулювання діяльності з охорони праці.

50. До основних функцій управління охороною праці належать:

- А) – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- Б) – організація та координація робіт;
- В) – забезпечення оптимальних режимів праці і відпочинку;

- Г) – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Д) – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Е) – стимулювання діяльності з охорони праці.

51. До основних функцій управління охороною праці належать:

- А) – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- Б) – організація та координація робіт;
- В) – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Г) – організація лікувально-профілактичного та санітарно-побутового

обслуговування працівників;

- Д) – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Е) – стимулювання діяльності з охорони праці.

52. До основних функцій управління охороною праці належать:

- А) – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- Б) – організація та координація робіт;
- В) – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Г) – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Д) – професійний відбір працівників з окремих професій;
- Е) – стимулювання діяльності з охорони праці.

53. До основних функцій управління охороною праці належать:

- А) – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- Б) – організація та координація робіт;
- В) – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Г) – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Д) – удосконалення нормативної бази підприємства з питань охорони

праці;

- Е) – стимулювання діяльності з охорони праці.

54. До основних функцій управління охороною праці не належить:

- А) – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- Б) – організація та координація робіт;
- В) – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Г) – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Д) – стимулювання діяльності з охорони праці;
- Е) – навчання працівників безпечним методам праці та пропаганда

питань охорони праці.

55. До основних функцій управління охороною праці не належить:

- А) – забезпечення безпеки технологічних процесів;
- Б) – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- В) – організація та координація робіт;
- Г) – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Д) – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Е) – стимулювання діяльності з охорони праці.

56. До основних функцій управління охороною праці не належать:

- А) – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;

- Б)○ – організація та координація робіт;
- В)○ – забезпечення оптимальних режимів праці і відпочинку;
- Г)○ – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Д)○ – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Е)○ – стимулювання діяльності з охорони праці.

57. До основних функцій управління охороною праці не належать:

- А)○ – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- Б)○ – організація та координація робіт;
- В)○ – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Г)○ – організація лікувально-профілактичного та санітарно-побутового обслуговування працівників;

- Д)○ – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Е)○ – стимулювання діяльності з охорони праці.

58. До основних функцій управління охороною праці не належить:

- А)○ – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- Б)○ – організація та координація робіт;
- В)○ – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Г)○ – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Д)○ – професійний відбір працівників з окремих професій;
- Е)○ – стимулювання діяльності з охорони праці.

59. До основних функцій управління охороною праці не належить:

- А)○ – прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- Б)○ – організація та координація робіт;
- В)○ – облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- Г)○ – контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- Д)○ – удосконалення нормативної бази підприємства з питань охорони праці;

- Е)○ – стимулювання діяльності з охорони праці.

60. Планування роботи з охорони праці поділяється на:

- А)□ – стратегічне;
- Б)□ – перспективне;
- В)□ – поточне;
- Г)□ – оперативне.

61. Планування роботи з охорони праці поділяється на:

- А)□ – перспективне;
- Б)□ – тактичне;
- В)□ – поточне;
- Г)□ – оперативне.

62. До видів планування роботи з охорони праці не відноситься:

- А)○ – стратегічне;
- Б)○ – перспективне;
- В)○ – поточне;
- Г)○ – оперативне.

63. До видів планування роботи з охорони праці не відносяться:

- А)○ – тактичне;
- Б)○ – перспективне;
- В)○ – поточне;
- Г)○ – оперативне.

64. Який з видів планування роботи з охорони праці охоплює найбільш важливі, трудомісткі й довгострокові за терміном виконання заходи з охорони праці, виконання яких, як правило, вимагає сумісної роботи кількох підрозділів підприємства?

- А)○ – стратегічне;
- Б)○ – перспективне;
- В)○ – поточне;
- Г)○ – оперативне.

65. Який з видів планування роботи з охорони праці охоплює найбільш важливі, трудомісткі й довгострокові за терміном виконання заходи з охорони праці, виконання яких, як правило, вимагає сумісної роботи кількох підрозділів підприємства?

- А)○ – перспективне;
- Б)○ – тактичне;
- В)○ – поточне;
- Г)○ – оперативне.

66. Який з видів планування роботи з охорони праці здійснюється у межах календарного року шляхом розробки та включення відповідних заходів до розділу «Охорона праці» колективного договору?

- А)○ – стратегічне;
- Б)○ – перспективне;
- В)○ – поточне;
- Г)○ – оперативне.

67. Який з видів планування роботи з охорони праці здійснюється у межах календарного року шляхом розробки та включення відповідних заходів до розділу «Охорона праці» колективного договору?

- А)○ – перспективне;
- Б)○ – тактичне;
- В)○ – поточне;
- Г)○ – оперативне.

68. Який з видів планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці у структурних підрозділах і на підприємстві в цілому або перевірок органів державного нагляду?

- А)○ – стратегічне;
- Б)○ – перспективне;
- В)○ – поточне;
- Г)○ – оперативне.

69. Який з видів планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці у структурних підрозділах і на підприємстві в цілому або перевірок органів державного нагляду?

- А)○ – тактичне;
- Б)○ – перспективне;
- В)○ – поточне;
- Г)○ – оперативне.

70. Функція СУОП щодо організації та координації робіт передбачає:

- А)□ – формування органів управління охороною праці на всіх рівнях управління і всіх стадіях виробничого процесу;
- Б)□ – визначення обов’язків, прав, відповідальності та порядку взаємодії осіб, що участь у процесі управління;
- В)□ – прийняття та виконання відповідних рішень;
- Г)□ – розробка заходів щодо покращення стану охорони праці та промислової гігієни.

71. Функція СУОП щодо організації та координації робіт не передбачає:

- А)○ – формування органів управління охороною праці на всіх рівнях управління і всіх стадіях виробничого процесу;
- Б)○ – визначення обов’язків, прав, відповідальності та порядку взаємодії осіб, що беруть участь у процесі управління;
- В)○ – прийняття та виконання відповідних рішень;
- Г)○ – розробка заходів щодо покращення стану охорони праці та промислової гігієни.

72. Контроль за охороною праці може бути:

- А)□ – партійним;
- Б)□ – відомчим;
- В)□ – регіональним;
- Г)□ – громадським;
- Д)□ – страховим;
- Е)□ – внутрішнім.

73. Контроль за охороною праці не може бути:

- А)○ – партійним;
- Б)○ – відомчим;
- В)○ – регіональним;
- Г)○ – громадським;
- Д)○ – страховим;
- Е)○ – внутрішнім.

74. Приведіть до відповідності види контролю за охороною праці і рівень посадових осіб, які уповноважені його здійснювати:

А	відомчий	1	посадові особи міністерства, центрального органу виконавчої влади, асоціації, корпорації, концерну, об’єднання підприємств
Б	регіональний	2	посадові особи місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування
В	громадський	3	представники виборних органів профспілок та інших громадських організацій

Г	страховий	4	експерти Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань
Д	внутрішній	5	посадові особи та громадські інспектори підприємства

75. Відомчий контроль за станом охорони праці здійснюють:

А)о – посадові особи міністерства, центрального органу виконавчої влади, асоціації, корпорації, концерну, об'єднання підприємств;

Б)о – посадові особи місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування;

В)о – представники виборних органів, профспілок та інших громадських організацій;

Г)о – експерти Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

Д)о – посадові особи та громадські інспектори підприємства.

76. Регіональний контроль за станом охорони праці здійснюють посадові особи:

А)о – посадові особи міністерства, центрального органу виконавчої влади, асоціації, корпорації, концерну, об'єднання підприємств;

Б)о – посадові особи місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування;

В)о – представники виборних органів, профспілок та інших громадських організацій;

Г)о – експерти Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

Д)о – посадові особи та громадські інспектори підприємства.

77. Громадський контроль за станом охорони праці здійснюють посадові особи:

А)о – посадові особи міністерства, центрального органу виконавчої влади, асоціації, корпорації, концерну, об'єднання підприємств;

Б)о – посадові особи місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування;

В)о – представники виборних органів, профспілок та інших громадських організацій;

Г)о – експерти Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

Д)о – посадові особи та громадські інспектори підприємства.

78. Страховий контроль за станом охорони праці здійснюють посадові особи:

А)о – посадові особи міністерства, центрального органу виконавчої влади, асоціації, корпорації, концерну, об'єднання підприємств;

Б)о – посадові особи місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування;

В)о – представники виборних органів, профспілок та інших громадських

організацій;

Г)○ – експерти Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

Д)○ – посадові особи та громадські інспектори підприємства.

79. Внутрішній контроль за станом охорони праці здійснюють посадові особи:

А)○ – посадові особи міністерства, центрального органу виконавчої влади, асоціації, корпорації, концерну, об'єднання підприємств;

Б)○ – посадові особи місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування;

В)○ – представники виборних органів, профспілок та інших громадських організацій;

Г)○ – експерти Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

Д)○ – посадові особи та громадські інспектори підприємства.

80. Який вид контролю за станом охорони праці має більш дієві наслідки:

А)○ – відомчий;

Б)○ – регіональний;

В)○ – громадський;

Г)○ – страховий;

Д)○ – внутрішній.

81. Який з наведених нижче видів контролю має трьохступеневу систему?

А)○ – відомчий;

Б)○ – регіональний;

В)○ – адміністративно-громадський;

Г)○ – страховий.

82. Які з наведених нижче видів контролю не мають триступеневої системи?

А)□ – відомчий;

Б)□ – регіональний;

В)□ – адміністративно-громадський;

Г)□ – страховий.

83. Адміністративно-громадський контроль стану охорони праці якого рівня здійснюється щоденно?

А)○ – першого рівня;

Б)○ – другого рівня;

В)○ – третього рівня.

84. Адміністративно-громадський контроль стану охорони праці якого рівня здійснюється два рази на місяць?

А)○ – першого рівня;

Б)○ – другого рівня;

В)○ – третього рівня.

85. Адміністративно-громадський контроль стану охорони праці якого рівня здійснюється щомісячно?

- А)○ – першого рівня;
- Б)○ – другого рівня;
- В)○ – третього рівня.

86. Адміністративно-громадський контроль стану охорони праці якого рівня здійснюється начальником виробничої дільниці спільно з громадським інспектором профгрупи?

- А)○ – першого рівня;
- Б)○ – другого рівня;
- В)○ – третього рівня.

87. Адміністративно-громадський контроль стану охорони праці якого рівня здійснюється начальником цеху спільно з громадським інспектором та спеціалістами відповідних служб цеху?

- А)○ – першого рівня;
- Б)○ – другого рівня;
- В)○ – третього рівня.

88. Адміністративно-громадський контроль стану охорони праці якого рівня здійснюється комісією підприємства під головуванням керівника (головного інженера)?

- А)○ – першого рівня;
- Б)○ – другого рівня;
- В)○ – третього рівня.

89. Приведіть до відповідності рівень адміністративно-громадського контролю за станом охорони праці та склад осіб, що здійснюють перевірку.

1-го рівня	начальник виробничої дільниці і громадський інспектор профгрупи
2-го рівня	начальник цеху разом з громадським інспектором та спеціалістами відповідних служб цеху
3-го рівня	комісія підприємства під головуванням керівника (головного інженера)

90. До складу комісії для здійснення адміністративно-громадського контролю за станом охорони праці 3-го рівня входять:

- А)□ – керівник (головний інженер) підприємства;
- Б)□ – представник Держпраці;
- В)□ – керівник служби охорони праці;
- Г)□ – голова комісії з охорони праці профспілкового комітету;
- Д)□ – керівник медичної служби;
- Е)□ – працівник пожежної охорони;
- Ж)□ – головні спеціалісти підприємства.

91. До складу комісії для здійснення адміністративно-громадського контролю за станом охорони праці 3-го рівня не входять:

- А)○ – керівник (головний інженер) підприємства;
- Б)○ – представник Держпраці;

- В)○ – керівник служби охорони праці;
- Г)○ – голова комісії з охорони праці профспілкового комітету;
- Д)○ – керівник медичної служби;
- Е)○ – працівник Держтехногенбезпеки;
- Ж)○ – головні спеціалісти підприємства.

92. Основними завданнями обліку, аналізу й оцінки показників охорони праці та функціонування СУОП є:

- А)□ – системний та систематичний облік показників стану охорони праці;
- Б)□ – аналіз та узагальнення причин недодержання вимог законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці;
- В)□ – аналіз та узагальнення причин невиконання планів покращення стану безпеки, гігієни праці, виробничого середовища;
- Г)□ – розробка заходів, спрямованих на усунення виявлених недоліків у забезпеченні охорони праці;
- Д)□ – розробка проектів нормативно-правових актів з охорони праці.

93. До основних завдань обліку, аналізу й оцінки показників охорони праці та функціонування СУОП не відносяться:

- А)○ – системний та систематичний облік показників стану охорони праці;
- Б)○ – аналіз та узагальнення причин недодержання вимог законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці;
- В)○ – аналіз та узагальнення причин невиконання планів покращення стану безпеки, гігієни праці, виробничого середовища;
- Г)○ – розробка заходів, спрямованих на усунення виявлених недоліків у забезпеченні охорони праці;
- Д)○ – розробка проектів нормативно-правових актів з охорони праці.

94. Згідно із Законом України «Про охорону праці» служба охорони праці створюється власником або уповноваженим ним органом на підприємствах, в установах, організаціях незалежно від форм власності та видів їх діяльності для організації виконання наведених нижче заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці:

- А)□ – правових;
- Б)□ – політичних;
- В)□ – організаційно-технічних;
- Г)□ – санітарно-гігієнічних;
- Д)□ – соціально-економічних;
- Е)□ – лікувально-профілактичних;
- Ж)□ – соціально-технічних.

95. Служба охорони праці на підприємстві не орієнтована на виконання наступних заходів із запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці:

- А)○ – правових;
- Б)○ – політичних;

- В) – організаційно-технічних;
- Г) – санітарно-гігієнічних;
- Д) – соціально-економічних;
- Е) – лікувально-профілактичних.

96. Служба охорони праці на підприємстві не орієнтована на виконання наступних заходів із запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці:

- А) – правових;
- Б) – організаційно-технічних;
- В) – санітарно-гігієнічних;
- Г) – соціально-економічних;
- Д) – соціально-технічних;
- Е) – лікувально-профілактичних.

97. За якої мінімальної кількості працюючих на підприємствах, установах і організаціях створюється служба охорони праці:

- А) – 20 працівників;
- Б) – 35 працівників;
- В) – 45 працівників;
- Г) – 50 працівників;
- Д) – 60 працівників;
- Е) – 70 працівників.

98. Служба охорони праці вирішує наступні завдання:

- А) – забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- Б) – забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- В) – освідження обладнання підвищеної небезпеки;
- Г) – професійна підготовка і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- Д) – вибір оптимальних режимів праці й відпочинку працівників;
- Е) – інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

99. Які з наведених нижче завдань не відносяться до компетенції служби охорони праці підприємства?

- А) – забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- Б) – забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- В) – освідження обладнання підвищеної небезпеки;
- Г) – професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- Д) – вибір оптимальних режимів праці й відпочинку працівників;
- Е) – інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

100. Які з указаних нижче функцій відносяться до основних функцій служби охорони праці:

А) – опрацювання ефективної цілісної системи управління охороною праці;

Б) – оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;

В) – участь у складанні комплексних заходів щодо покращення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Г) – забезпечення фінансування робіт, спрямованих на покращення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Д) – проведення для працівників вступного інструктажу з охорони праці;

Е) – розгляд фактів наявності небезпечних виробничих ситуацій;

Ж) – організація забезпечення підрозділів правилами, стандартами, нормами, інструкціями з охорони праці;

З) – участь у розслідуванні нещасних випадків;

И) – контроль дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих стандартів, нормативних актів і інструкцій з охорони праці;

К) – опрацювання та перегляд нормативних актів з охорони праці.

101. Яка з указаних нижче, функцій не відносяться до основних функцій служби охорони праці:

А) – опрацювання ефективної цілісної системи управління охороною праці;

Б) – оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;

В) – участь у складанні комплексних заходів щодо покращення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Г) – забезпечення фінансування робіт, спрямованих на покращення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Д) – проведення для працівників вступного інструктажу з охорони праці;

Е) – розгляд фактів наявності небезпечних виробничих ситуацій;

Ж) – організація забезпечення підрозділів правилами, стандартами, нормами, інструкціями з охорони праці;

З) – участь у розслідуванні нещасних випадків;

И) – контроль дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих стандартів, нормативних актів і інструкцій з охорони праці.

102. Яка з указаних нижче, функцій не відносяться до основних функцій служби охорони праці:

А) – опрацювання ефективної цілісної системи управління охороною праці;

Б) – оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;

В) – участь у складанні комплексних заходів щодо покращення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Г) – проведення для працівників вступного інструктажу з охорони

праці;

Д)○ – розгляд фактів наявності небезпечних виробничих ситуацій;

Е)○ – організація забезпечення підрозділів правилами, стандартами, нормами, інструкціями з охорони праці;

Ж)○ – участь у розслідуванні нещасних випадків;

З)○ – контроль дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих стандартів, нормативних актів і інструкцій з охорони праці;

И)○ – опрацювання та перегляд нормативних актів з охорони праці.

103. Спеціалісти служби охорони праці мають право:

А)□ – представляти підприємство в державних і громадських установах при розгляді питань охорони праці;

Б)□ – безперешкодно відвідувати виробничі об'єкти, зупиняти роботу виробництв у разі виявлення порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

В)□ – одержувати від посадових осіб необхідні відомості, документи і пояснення з питань охорони праці;

Г)□ – перевіряти стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, видавати керівнику об'єкта, що перевіряється, обов'язковий для виконання припис;

Д)□ – вимагати від посадових осіб відсторонення від роботи працівників, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу з охорони праці;

Е)□ – надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги з охорони праці;

Ж)□ – порушувати клопотання про заохочення працівників, які беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращенні умов праці;

З)□ – штрафувати посадових осіб підприємства у разі невиконання вимог раніше наданого припису.

104. Спеціалісти служби охорони праці не мають права:

А)○ – представляти підприємство в державних і громадських установах при розгляді питань охорони праці;

Б)○ – безперешкодно відвідувати виробничі об'єкти, зупиняти роботу виробництв у разі виявлення порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

В)○ – одержувати від посадових осіб необхідні відомості, документи і пояснення з питань охорони праці;

Г)○ – перевіряти стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, видавати керівнику об'єкта, що перевіряється, обов'язковий для виконання припис;

Д)○ – вимагати від посадових осіб відсторонення від роботи працівників, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу з охорони праці;

Е)○ – надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги з охорони праці;

Ж)○ – порушувати клопотання про заохочення працівників, які беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращенні умов праці;

3) – штрафувати посадових осіб підприємства у разі невиконання вимог раніше наданого припису.

105. За якої мінімальної кількості працюючих на підприємствах, в організаціях, установах може створюватися, відповідно до Закону України «Про охорону праці», комісія з питань охорони праці:

А) – 30 працівників;

Б) – 45 працівників;

В) – 50 працівників;

Г) – 55 працівників;

Д) – 65 працівників;

Е) – 70 працівників.

106. Яким органом управління є комісія з питань охорони праці на підприємстві?

А) – організаційно-управлінським;

Б) – контрольно-управлінським;

В) – інженерно-технічним;

Г) – консультативно-дорадчим;

Д) – громадським.

107. Хто приймає рішення про створення комісії з питань охорони праці на підприємстві?

А) – територіальне відділення Держпраці;

Б) – керівництво підприємства;

В) – власник підприємства або уповноважена ним особа;

Г) – міністерство, до складу якого відноситься підприємство;

Д) – трудовий колектив.

108. До складу комісії з питань охорони праці на підприємстві від власника включаються:

А) – спеціалісти з безпеки і гігієни праці;

Б) – спеціалісти виробничої служби;

В) – спеціалісти юридичної служби;

Г) – уповноважені трудових колективів з питань охорони праці;

Д) – представники профспілки;

Е) – представник Держпраці у.

109. До складу комісії з питань охорони праці на підприємстві від трудового колективу включаються:

А) – спеціалісти з безпеки і гігієни праці;

Б) – спеціалісти виробничої служби;

В) – спеціалісти юридичної служби;

Г) – уповноважені трудових колективів з питань охорони праці;

Д) – представники профспілки;

Е) – представник Держпраці.

110. До складу комісії з питань охорони праці на підприємстві від власника не включаються:

- А)○ – спеціалісти з безпеки і гігієни праці;
- Б)○ – спеціалісти виробничої служби;
- В)○ – спеціалісти юридичної служби;
- Г)○ – уповноважені трудових колективів з питань охорони праці.

111. До складу комісії з питань охорони праці на підприємстві від власника не включаються:

- А)○ – спеціалісти з безпеки і гігієни праці;
- Б)○ – спеціалісти виробничої служби;
- В)○ – спеціалісти юридичної служби;
- Г)○ – представники профспілки.

112. До складу комісії з питань охорони праці на підприємстві від власника не включаються:

- А)○ – спеціалісти з безпеки і гігієни праці;
- Б)○ – спеціалісти виробничої служби;
- В)○ – спеціалісти юридичної служби;
- Г)○ – представник Держпраці.

113. До складу комісії з питань охорони праці на підприємстві від трудового колективу не включаються:

- А)○ – спеціалісти виробничої служби;
- Б)○ – представники профспілки;
- В)○ – уповноважені трудових колективів з питань охорони праці.

114. До складу комісії з питань охорони праці на підприємстві від трудового колективу не включаються:

- А)○ – спеціалісти юридичної служби;
- Б)○ – представники профспілки;
- В)○ – уповноважені трудових колективів з питань охорони праці.

115. До складу комісії з питань охорони праці на підприємстві від трудового колективу не включаються:

- А)○ – спеціалісти з безпеки і гігієни праці;
- Б)○ – представники профспілки;
- В)○ – уповноважені трудових колективів з питань охорони праці.

116. До основних завдань комісії з питань охорони праці на підприємстві відносяться:

А)□ – захист законних прав та інтересів працівників у сфері охорони праці;

Б)□ – представляти підприємство в державних і громадських установах при розгляді питань охорони праці;

В)□ – підготовка рекомендацій щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань;

Г)□ – узгодження позицій сторін у вирішенні практичних питань у сфері охорони праці з урахуванням інтересів усіх сторін;

Д)□ – вироблення пропозицій щодо включення до колективного договору питань з охорони праці.

117. До основних завдань комісії з питань охорони праці на підприємстві

не відноситься:

А)○ – захист законних прав та інтересів працівників у сфері охорони праці;

Б)○ – представляти підприємство в державних і громадських установах при розгляді питань охорони праці;

В)○ – підготовка рекомендацій щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань;

Г)○ – узгодження позицій сторін у вирішенні практичних питань у сфері охорони праці з урахуванням інтересів усіх сторін;

Д)○ – вироблення пропозицій щодо включення до колективного договору питань з охорони праці.

118. Комісія з питань охорони праці підприємства має право:

А)□ – звертатися до власника і профспілкового комітету з пропозиціями щодо регулювання відносин у сфері охорони праці;

Б)□ – створювати робочі групи з числа членів комісії для вироблення узгоджених рішень з конкретних питань охорони праці;

В)□ – одержувати від окремих працівників, служб підприємства, профспілкового комітету необхідну інформацію;

Г)□ – притягати до відповідальності працівників, які порушують вимоги з охорони праці;

Д)□ – здійснювати контроль за дотриманням вимог законодавства з питань охорони праці;

Е)□ – знайомитися з будь-якими матеріалами з питань охорони праці, аналізувати стан умов і безпеки праці на підприємстві, виконання відповідних програм і колективних договорів;

Ж)□ – право вільного доступу на всі ділянки виробництва й обговорення з працюючими питань охорони праці.

119. Яке з наведених нижче повноважень, не належить комісії з питань охорони підприємства:

А)○ – звертатися до власника і профспілкового комітету з пропозиціями щодо регулювання відносин у сфері охорони праці;

Б)○ – створювати робочі групи з числа членів комісії для вироблення узгоджених рішень з конкретних питань охорони праці;

В)○ – одержувати від окремих працівників, служб підприємства, профспілкового комітету необхідну інформацію;

Г)○ – притягати до відповідальності працівників, які порушують вимоги з охорони праці;

Д)○ – здійснювати контроль за дотриманням вимог законодавства з питань охорони праці;

Е)○ – знайомитися з будь-якими матеріалами з питань охорони праці, аналізувати стан умов і безпеки праці на підприємстві, виконання відповідних програм і колективних договорів;

Ж)○ – право вільного доступу на всі ділянки виробництва й обговорення з працюючими питань охорони праці.

120. Навчання і перевірка знань з питань охорони праці посадових осіб і спеціалістів відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05 проводиться:

- А) – щомісяця;
- Б) – один раз у квартал;
- В) – один раз на рік;
- Г) – один раз у два роки;
- Д) – один раз на три роки.

121. Навчання і перевірка знань з питань охорони праці посадових осіб і спеціалістів відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05 проводиться:

- А) – до початку виконання ними службових обов'язків;
- Б) – один раз у квартал;
- В) – один раз на рік;
- Г) – один раз у два роки;
- Д) – один раз на три роки.

122. В яких випадках посадові особи і спеціалісти проходять позачергове навчання та перевірку знань з питань охорони праці?

- А) – переведення на іншу роботу;
- Б) – призначення на іншу посаду;
- В) – за власним бажанням;
- Г) – якщо на підприємстві стався груповий нещасний випадок або смертельний нещасний випадок;
- Д) – на вимогу безпосереднього керівника.

123. В якому випадку посадові особи і спеціалісти не проходять позачергове навчання та перевірку знань з питань охорони праці?

- А) – переведення на іншу роботу;
- Б) – призначення на іншу посаду;
- В) – за власним бажанням;
- Г) – якщо на підприємстві стався груповий нещасний випадок або смертельний нещасний випадок.

124. В якому випадку посадові особи і спеціалісти не проходять позачергове навчання та перевірку знань з питань охорони праці?

- А) – переведення на іншу роботу;
- Б) – призначення на іншу посаду;
- В) – на вимогу безпосереднього керівника;
- Г) – якщо на підприємстві стався груповий нещасний випадок або смертельний нещасний випадок.

125. При прийнятті на роботу і періодично у процесі роботи відповідно до «Типового положення про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці» з працівниками проводяться:

- А) – навчання з охорони праці відповідно до професії;
- Б) – інструктажі з охорони праці;
- В) – навчання правилам дорожнього руху;
- Г) – навчання правилам поведінки на воді.

126. При прийнятті на роботу і періодично у процесі роботи відповідно до «Типового положення про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці» з працівниками проводяться:

А) – навчання наданню першої допомоги постраждалим від нещасних випадків;

Б) – навчання правилам поведінки у разі аварій;

В) – навчання правилам дорожнього руху;

Г) – інструктажі з охорони праці.

127. При прийнятті на роботу і періодично у процесі роботи відповідно до «Типового положення про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці» з працівниками не проводиться:

А) – навчання з охорони праці відповідно до професії;

Б) – навчання наданню першої допомоги постраждалим від нещасних випадків;

В) – навчання правилам дорожнього руху;

Г) – навчання правилам поведінки у разі аварій;

Д) – інструктажі з охорони праці.

128. При прийнятті на роботу і періодично у процесі роботи відповідно до «Типового положення про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці» з працівниками не проводиться:

А) – навчання з охорони праці відповідно до професії;

Б) – навчання наданню першої допомоги постраждалим від нещасних випадків;

В) – навчання правилам поведінки на воді;

Г) – навчання правилам поведінки у разі аварій;

Д) – інструктажі з охорони праці.

129. Інструктажі з питань охорони праці поділяються на:

А) – вступний;

Б) – первинний;

В) – періодичний;

Г) – повторний;

Д) – позаплановий;

Е) – цільовий.

130. Якого інструктажу з питань охорони праці не існує:

А) – вступний;

Б) – первинний;

В) – періодичний;

Г) – повторний;

Д) – позаплановий;

Е) – цільовий.

131. Вступний інструктаж з питань охорони праці проводиться:

А) – з усіма працівниками, яких приймають на постійну або тимчасову роботу, незалежно від освіти, стажу роботи на посаді;

Б) – з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть участь у виробничому процесі;

В) – з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;

Г) – у разі екскурсії на підприємство;

Д) – при зміні технологічного процесу або модернізації устаткування.

132. Вступний інструктаж з питань охорони праці не проводиться:

А) – з усіма працівниками, яких приймають на постійну або тимчасову роботу, незалежно від освіти, стажу роботи на посаді;

Б) – з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть участь у виробничому процесі;

В) – з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;

Г) – у разі екскурсії на підприємство;

Д) – при зміні технологічного процесу або модернізації устаткування.

133. Первинний інструктаж з питань охорони праці проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

А) – у разі екскурсії на підприємство;

Б) – новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство;

В) – який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;

Г) – який буде виконувати нову роботу;

Д) – з відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

134. Первинний інструктаж з питань охорони праці не проводиться з працівником:

А) – у разі екскурсії на підприємство;

Б) – новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство;

В) – який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;

Г) – який буде виконувати нову роботу;

Д) – з відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

135. Первинний інструктаж проводиться з учнями та студентами закладів освіти:

А) – до початку трудового або професійного навчання;

Б) – перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів;

В) – на початку вивчення кожного нового предмета (розділу, теми) навчального плану (програми);

Г) – при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці.

136. Первинний інструктаж не проводиться з учнями та студентами закладів освіти:

А) – до початку трудового або професійного навчання;

Б)○ – перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів;

В)○ – на початку вивчення кожного нового предмета (розділу, теми) навчального плану (програми).

137. Повторний інструктаж з питань охорони праці проводиться з працівниками на роботах з підвищеною небезпекою в термін:

А)○ – один раз на тиждень;

Б)○ – один раз на місяць;

В)○ – один раз на три місяці;

Г)○ – один раз на шість місяців;

Д)○ – один раз на рік.

138. Повторний інструктаж з питань охорони праці проводиться з працівниками на усіх роботах, крім робіт з підвищеною небезпекою в термін:

А)○ – один раз на тиждень;

Б)○ – один раз на місяць;

В)○ – один раз на три місяці;

Г)○ – один раз на шість місяців;

Д)○ – один раз на рік.

139. Позаплановий інструктаж з питань охорони праці проводиться з працівниками:

А)□ – при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;

Б)□ – при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, що впливають на стан охорони праці;

В)□ – при порушенні працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;

Г)□ – при виявленні представниками державного нагляду у працівників незнання вимог безпеки при виконанні робіт;

Д)□ – при перерві в роботі більш ніж на 60 календарних днів;

Е)□ – при переведенні працівника з одного місця роботи на нове в межах підприємства.

140. Позаплановий інструктаж з питань охорони праці не проводиться з працівниками:

А)○ – при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;

Б)○ – при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, що впливають на стан охорони праці;

В)○ – при порушенні працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;

Г)○ – при перерві в роботі більш ніж на 60 календарних днів;

Д)○ – при переведенні працівника з одного місця роботи на нове в межах підприємства.

141. Цільовий інструктаж з питань охорони праці проводиться з працівниками:

- А) – при виявленні представниками державного нагляду незнання працівниками вимог безпеки при виконанні робіт;
- Б) – при виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою;
- В) – при ліквідації аварій, стихійного лиха;
- Г) – при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

142. Цільовий інструктаж з питань охорони праці не проводиться з працівниками:

- А) – при виявленні представниками державного нагляду незнання працівниками вимог безпеки при виконанні робіт;
- Б) – при ліквідації аварій, стихійного лиха;
- В) – при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

143. Державний нагляд за додержанням законодавчих та інших нормативно правових актів про охорону праці здійснюють:

- А) – Державна служба України з питань праці;
- Б) – центральні комітети професійних спілок;
- В) – органи Головної державної інспекції з нагляду за ядерною та радіаційною безпекою Мінекології;
- Г) – органи Держтехногенбезпеки ДСНС України;
- Д) – органи та заклади санітарно-епідеміологічної.

144. Державний нагляд за додержанням законодавчих та інших нормативно правових актів про охорону праці не здійснюють:

- А) – Державна служба України з питань праці;
- Б) – центральні комітети професійних спілок;
- В) – органи Головної державної інспекції з нагляду за ядерною та радіаційною безпекою Мінекології;
- Г) – органи Держтехногенбезпеки ДСНС України;
- Д) – органи та заклади санітарно-епідеміологічної.

145. Вищий нагляд за додержанням і правильним застосуванням законів про охорону праці здійснюється:

- А) – Державна служба України з питань праці;
- Б) – Генеральним прокурором України і підпорядкованими йому прокурорами;
- В) – органами Головної державної інспекції з нагляду за ядерною та радіаційною безпекою Мінекології;
- Г) – органами Держтехногенбезпеки ДСНС України;
- Д) – органами та закладами санітарно-епідеміологічної служби.

146. Посадові особи органів державного нагляду за охороною праці (державні інспектори) мають право:

- А) – безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства для перевірки стану охорони праці;
- Б) – одержувати від роботодавця необхідні пояснення, матеріали та

інформацію з питань охорони праці;

В) – надсилати керівникам підприємств обов'язкові для виконання розпорядження (приписи) про усунення порушень і недоліків у галузі охорони праці;

Г) – зупиняти експлуатацію підприємств, цехів, ділянок до усунення порушень вимог щодо охорони праці;

Д) – притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавчих та нормативних актів про охорону праці;

Е) – притягати до кримінальної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавчих та нормативних актів про охорону праці.

147. Посадові особи органів державного нагляду за охороною праці (державні інспектори) не мають права:

А) – безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства для перевірки стану охорони праці;

Б) – одержувати від роботодавця необхідні пояснення, матеріали та інформацію з питань охорони праці;

В) – надсилати керівникам підприємств обов'язкові для виконання розпорядження (приписи) про усунення порушень і недоліків у галузі охорони праці;

Г) – зупиняти експлуатацію підприємств, цехів, ділянок до усунення порушень вимог щодо охорони праці;

Д) – притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавчих та нормативних актів про охорону праці;

Е) – притягати до кримінальної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавчих та нормативних актів про охорону праці.

148. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці здійснюють:

А) – трудові колективи через обраних ними уповноважених;

Б) – громадські екологічні організації;

В) – представники органу державного нагляду за охороною праці;

Г) – професійні спілки через обраних представників;

Д) – представники червоного хреста.

149. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці не здійснюють:

А) – трудові колективи через обраних ними уповноважених;

Б) – представники органу державного нагляду за охороною праці;

В) – професійні спілки через обраних представників.

150. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці не здійснюють:

А) – трудові колективи через обраних ними уповноважених⁴

Б) – професійні спілки через обраних представників;

В) – громадські екологічні організації.

151. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці не здійснюють:

- А)○ – представники червоного хреста;
- Б)○ – трудові колективи через обраних ними уповноважених;
- В)○ – професійні спілки через обраних представників.

152. Згідно Закону «Про охорону праці» професійні спілки мають право:

- А)□ – вимагати від роботодавця негайного припинення робіт на період, необхідний для усунення загрози життю або здоров'ю працівників;
- Б)□ – на проведення незалежної експертизи умов праці, а також об'єктів виробничого призначення;
- В)□ – брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві;
- Г)□ – вносити роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та одержувати від них аргументовану відповідь;
- Д)□ – вимагати від роботодавця будівництва об'єктів, спрямованих на реабілітацію здоров'я працівників.

153. Згідно Закону «Про охорону праці» професійні спілки не мають права:

- А)□ – вимагати від роботодавця негайного припинення робіт на період, необхідний для усунення загрози життю або здоров'ю працівників;
- Б)□ – на проведення незалежної експертизи умов праці, а також об'єктів виробничого призначення;
- В)□ – брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві;
- Г)□ – вносити роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та одержувати від них аргументовану відповідь;
- Д)□ – вимагати від роботодавця будівництва об'єктів, спрямованих на реабілітацію здоров'я працівників.

154. Представники профспілок та уповноважені трудових колективів з питань охорони праці мають право:

- А)□ – безперешкодно перевіряти стан безпеки і гігієни праці підрозділу, колектив якого їх обрав;
- Б)□ – вносити у спеціальну книгу обов'язкові для розгляду керівником пропозиції щодо усунення виявлених порушень;
- В)□ – вимагати від керівника підрозділу припинення роботи на робочому місці у разі створення загрози життю або здоров'ю працюючих;
- Г)□ – зупиняти роботи на робочому місці у разі створення загрози життю або здоров'ю працюючих;
- Д)□ – вносити пропозиції про притягнення до відповідальності працівників, які порушують нормативні акти про охорону праці;
- Е)□ – притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні вимог законодавчих та нормативних актів про охорону праці.

155. Представники профспілок та уповноважені трудових колективів з питань охорони праці не мають права:

А)○ – безперешкодно перевіряти стан безпеки і гігієни праці підрозділу, колектив якого їх обрав;

Б)○ – вносити у спеціальну книгу обов'язкові для розгляду керівником пропозиції щодо усунення виявлених порушень;

В)○ – вимагати від керівника підрозділу припинення роботи на робочому місці у разі створення загрози життю або здоров'ю працюючих;

Г)○ – зупиняти роботи на робочому місці у разі створення загрози життю або здоров'ю працюючих;

Д)○ – вносити пропозиції про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги нормативних актів про охорону праці.

156. Представники профспілок та уповноважені трудових колективів з питань охорони праці не мають права:

А)○ – безперешкодно перевіряти стан безпеки і гігієни праці підрозділу, колектив якого їх обрав;

Б)○ – вносити у спеціальну книгу обов'язкові для розгляду керівником пропозиції щодо усунення виявлених порушень;

В)○ – вимагати від керівника підрозділу припинення роботи на робочому місці у разі створення загрози життю або здоров'ю працюючих;

Г)○ – притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавчих та нормативних актів про охорону праці;

Д)○ – вносити пропозиції про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги нормативних актів про охорону праці.

157. Представники профспілок беруть участь у вирішенні таких основних питань охорони праці:

А)□ – в опрацюванні національної, галузевих і регіональних програм покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Б)□ – в опрацюванні нормативно-правових актів з охорони праці;

В)□ – в опрацюванні роботодавцем комплексних заходів для досягнення встановлених нормативів з охорони праці;

Г)□ – у складанні приписів щодо порушень вимог з охорони праці на підприємстві;

Д)□ – у розслідуванні нещасних випадків та профзахворювань.

158. Представники профспілок беруть участь у вирішенні таких основних питань охорони праці:

А)□ – у підготовці подання про визначення і затвердження трудовим колективом порядку оплати та розмірів одноразової допомоги працівникам;

Б)□ – у розробленні пропозицій для включення їх в угоду з питань охорони праці колективного договору;

В)□ – в організації соціального страхування від нещасних випадків та професійних захворювань;

Г)□ – у визначенні Кабінетом Міністрів України порядку перегляду і збільшення тарифів на соціальне страхування від нещасних випадків;

Д)□ – у роботі комісії з питань охорони праці підприємств, з атестації посадових осіб на знання питань з охорони праці;

Е)□ – у роботі територіальних відділень Держпраці.

159. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» представники профспілок не беруть участі у вирішенні таких основних питань:

А)○ – в опрацюванні національної, галузевих і регіональних програм покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

Б)○ – в опрацюванні нормативно-правових актів з охорони праці;

В)○ – в опрацюванні власником комплексних заходів для досягнення встановлених нормативів з охорони праці;

Г)○ – у складанні приписів щодо порушень вимог з охорони праці на підприємстві;

Д)○ – у розслідуванні нещасних випадків та профзахворювань.

160. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» представники профспілок не беруть участі у вирішенні таких основних питань:

А)○ – у підготовці подання про визначення і затвердження трудовим колективом порядку оплати та розмірів одноразової допомоги працівникам;

Б)○ – у розробленні пропозицій для включення їх в угоду з питань охорони праці колективного договору;

В)○ – в організації соціального страхування від нещасних випадків та професійних захворювань;

Г)○ – у визначенні Кабінетом Міністрів України порядку перегляду і збільшення тарифів на соціальне страхування від нещасних випадків;

Д)○ – у роботі комісії з питань охорони праці підприємств, з атестації посадових осіб на знання питань з охорони праці;

Е)○ – у роботі територіальних відділень Держпраці.

1.2 Організація охорони праці на підприємстві

1.2.1 Система управління охороною праці підприємства

В нашій країні законодавчо передбачається управління охороною праці на державному, галузевому, регіональному та виробничому рівнях. Управління охороною праці на державному, галузевому та регіональному рівнях розглянуто вище.

Система управління охороною праці (СУОП) підприємства – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворюванням, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

До основних функцій управління охороною праці належать:

- прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- організація та координація робіт;
- облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- стимулювання діяльності з охорони праці.

Функція планування, в основі якої лежить прогностичний аналіз, має вирішальне значення в СУОП. Планування роботи з охорони праці поділяється на *перспективне, поточне та оперативне*.

Перспективне планування охоплює найбільш важливі, трудомісткі й довгострокові за терміном виконання заходи з охорони праці, виконання яких, як правило, вимагає сумісної роботи декількох підрозділів підприємства. Можливість виконання заходів перспективного плану повинна підтверджуватись обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-технічного забезпечення і фінансових витрат із зазначенням джерел фінансування. Основною формою перспективного планування роботи з охорони праці є розроблення комплексного плану підприємства (на 3 – 5 років) щодо покращення стану охорони праці.

Поточне планування здійснюється у межах календарного року шляхом розроблення та включення відповідних заходів до розділу «Охорона праці» колективного договору.

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці у структурних підрозділах і на підприємстві в цілому або перевірок органів державного нагляду. Оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків зазначаються у наказі роботодавця.

Функція СУОП щодо організації та координації робіт передбачає формування органів управління охороною праці на всіх рівнях управління і всіх стадіях виробничого процесу, визначення обов'язків, прав, відповідальності та порядку взаємодії осіб, що беруть участь у процесі управління, а також прийняття та виконання відповідних рішень.

Облік, аналіз і оцінка показників охорони праці та функціонування СУОП спрямовані (відповідно до одержаної інформації) на розробку та прийняття відповідних рішень керівниками усіх рівнів управління (від майстра дільниці до керівника підприємства). Суть даної функції полягає у системному та систематичному обліку показників стану охорони праці, в аналізі одержаних даних та узагальненні причин недодержання вимог законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, причин невиконання планів покращення стану безпеки, гігієни праці, виробничого середовища, а також у розробці заходів, спрямованих на усунення виявлених недоліків. Аналізуються матеріали про нещасні випадки та професійні захворювання, результати всіх видів контролю за станом охорони праці, дані паспортів санітарно-технічного стану умов праці в цеху (на дільниці), матеріали спеціальних обстежень будівель, споруд, приміщень, обладнання та ін. За результатами обліку, аналізу та оцінки стану охорони праці вносяться доповнення та уточнення до оперативних, поточних та перспективних планів роботи з охорони праці, а також

визначаються кращі серед структурних підрозділів, служб, працівників за досягнутими показниками з охорони праці.

Контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП забезпечує дійове управління охороною праці.

Контроль за охороною праці може бути:

– *відомчим*, що здійснюється посадовими особами, повноважними представниками та службами міністерства або іншого центрального органу виконавчої влади, а також асоціації, корпорації, концерну або іншого об'єднання підприємств;

– *регіональним*, що здійснюється посадовими особами, повноважними представниками та службами місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування;

– *громадським*, що здійснюється виборними органами та представниками професійних спілок, інших громадських організацій;

– *страховим*, що здійснюється страховими експертами з охорони праці Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

– *внутрішнім*, що здійснюється в межах підприємства (установи, організації) відповідними службами, посадовими особами та громадськими інспекторами (уповноваженими трудових колективів) цього підприємства.

Виключно важливе значення має внутрішній контроль, який на відміну від інших видів контролю, проводиться значно частіше, і від його дієвості якого вагомо залежить стан охорони праці на підприємстві. Внутрішній контроль підрозділяється на: *оперативний* (повсякденний); такий, що здійснюється службою охорони праці підприємства; *громадський*; *адміністративно-громадський трьохступеневий*.

Адміністративно – громадський трьохступеневий контроль проводиться на трьох рівнях (ступенях). На першому рівні контролю начальник виробничої дільниці (майстер) спільно з громадським інспектором профгрупи щоденно перевіряють стан охорони праці на виробничій дільниці. На другому рівні – начальник цеху спільно з громадським інспектором та спеціалістами відповідних служб цеху (механік, електрик, технолог) два рази в місяць (згідно із затвердженим графіком) перевіряють стан охорони праці в цеху. На третьому рівні контролю щомісячно (згідно із затвердженим графіком) комісія підприємства під головуванням керівника (головного інженера) перевіряє стан охорони праці в цілому на підприємстві. До складу комісії входять: керівник служби охорони праці, голова комісії з охорони праці (або представник профкому), керівник медичної служби, працівник пожежної охорони та головні спеціалісти підприємства (технолог, механік, енергетик). Результати роботи комісії фіксуються в журналі трьохступеневого контролю і розглядаються на нараді; За результатами наради видається наказ по підприємству.

Стимулювання діяльності з охорони праці спрямоване на формування працівників у зацікавленості в забезпеченні здорових та безпечних умов праці. Стимулювання передбачає як моральні та матеріальні заохочення, так і

покарання за невиконання покладених на конкретну особу зобов'язань стосовно безпеки праці або порушення вимог щодо охорони праці. До числа заохочувальних заходів належать премії, винагороди за виконану конкретну роботу, винахідництво та раціоналізаторські пропозиції з питань охорони праці тощо.

1.2.2 Основні принципи організації охорони праці в умовах різних форм власності

Сутність планування як функції управління

Щоб спільні зусилля співробітників організації були успішними, вони повинні знати, що від них очікується. Для цього необхідно:

- сформулювати цілі, до яких прагне організація;
- визначити шляхи досягнення встановлених цілей;
- на підставі цього поставити задачі перед підрозділами організації та конкретними виконавцями.

Все це у сукупності і характеризує у широкому розумінні сутність функції планування. *Планування* – процес визначення цілей організації та прийняття рішень щодо шляхів їх досягнення.

Зміст процесу планування полягає у пошуку відповідей на три ключових питання:

1. де організація знаходиться у даний момент (теперішній стан)?
2. чого організація прагне досягти (куди вона прямує)?
3. як організації потрапити звідти, де вона є, туди, куди вона прагне?

Планування є первісною з-поміж решти функцій управління, оскільки прийняті в процесі її реалізації рішення визначають характер здійснення всіх інших функцій управління.

До *підфункцій планування* відносяться: цілевстановлення, прогнозування, моделювання, програмування.

Мета планування полягає у створенні системи планових документів, які визначають зміст та певний порядок дій для забезпечення тривалого існування організації.

Схематично процес планування в організації можна представити як послідовність таких етапів (рис.1.1):

1. Встановлення цілей діяльності організації.
2. Розробка стратегії діяльності організації (шляхів досягнення цілей).
3. Надання стратегії конкретної форми (впровадження стратегії у конкретні дії організації). Цей етап здійснюється шляхом розробки забезпечуючих планів та бюджетів.

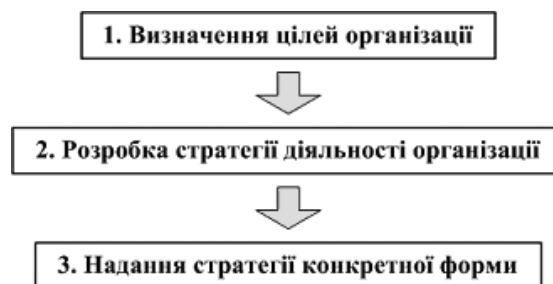


Рисунок 1.1 – Послідовність виконання основних етапів планування

На практиці існує багато критеріїв *класифікації планів організації*. Найчастіше з них використовують такі:

1. *За критерієм широти охоплюваної сфери* розрізняють стратегічні й оперативні плани.

2. *За критерієм часового горизонту планування* плани поділяють на довгострокові й короткострокові.

3. *За ступенем конкретизації* виділяють завдання й орієнтири.

Стратегічні плани – це плани, які визначають головні цілі організації, стратегію придбання та використання ресурсів для досягнення цих цілей.

Оперативні плани – це плани, у яких стратегія деталізується у розрахованих на короткий термін рішеннях щодо того:

- що конкретно треба зробити;
- хто повинен це зробити;
- як це має бути зроблено.

Короткострокові плани – це плани, які складаються на період до 1 року. Вони, як правило не мають змінюватися.

Довгострокові плани – це плани розраховані на перспективу 3-5 років. Ці плани мають враховувати зміни у зовнішньому середовищі організації та вчасно реагувати на них.

Завдання – це плани, що мають чіткі, однозначні, конкретно визначені цілі. Їх не можна тлумачити двозначно (збільшити виробництво на 3% за рік).

Орієнтири – це плани, що носять характер напрямку дій. Їх використання доцільне за умов невизначеності середовища, великої ймовірності не передбачуваних змін, які вимагають гнучкості управління. Вони визначають курс дій, але не прив'язують управління до жорстких конкретних цілей, тобто вони надають у певних межах свободу для маневру (збільшити обсяги виробництва на 3-4% за рік).

Сутність функції організації

В процесі вивчення цієї теми важливо усвідомити сутність трьох ключових категорій: «організація», «організаційний процес (діяльність)», «організаційна структура». Вони тісно пов'язані між собою, але не є синонімами.

Організація – процес поділу, групування та координації робіт, видів діяльності і ресурсів для досягнення поставлених цілей. Реалізація функції організації здійснюється у процесі організаційної діяльності.

Організаційна діяльність – процес усунення керівником невизначеності між людьми щодо роботи або повноважень і створення середовища, придатного для їх спільної діяльності.

Основні складові організаційного процесу (організаційної діяльності):

а) *поділ праці* – поділ загальної роботи на окремі складові частини, достатні для виконання окремим працівником відповідно до його кваліфікації та здібностей;

б) *департаменталізація* – групування робіт та видів діяльності у певні блоки (підрозділи: групи, відділи, сектори, цехи, виробництва тощо);

в) делегування повноважень – підпорядкування кожного такого підрозділу керівникові, який отримує необхідні повноваження;

г) встановлення діапазону контролю – визначення кількості працівників, безпосередньо підлеглих даному менеджерові;

д) створення механізмів координації – забезпечення вертикальної та горизонтальної координації робіт та видів діяльності.

Організаційний процес – це достатньо складний вид діяльності. Це наочно підтверджує рис. 1.2, на якому представлено діапазони можливих рішень в межах організаційної діяльності.

Кінцевим результатом організаційної діяльності є вибір певної позиції у діапазонах всіх елементів організаційної діяльності. Такий вибір у підсумку і формує організаційну структуру.

Організаційна структура в теорії управління визначається як абстрактна категорія, що характеризується трьома організаційними параметрами:

1. Ступінь складності.
2. Ступінь формалізації.

Ступінь централізації. *Складність* – кількість виразних ознак організації. Чим більше вертикальних рівнів в ієрархії управління та кількість підрозділів на одному рівні, тим складніше координувати діяльність організації.

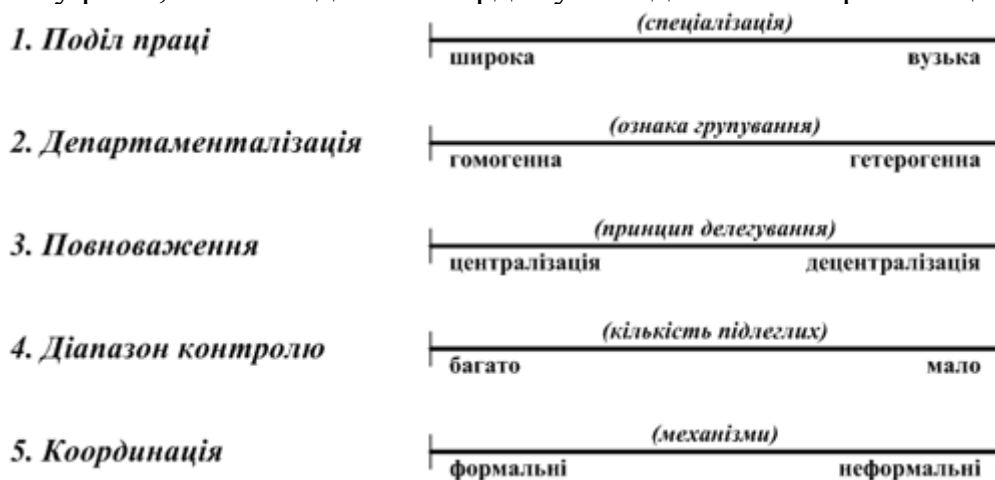


Рисунок 1.2 – Діапазони рішень в процесі організаційної діяльності

Ступінь формалізації – ступінь, в якому організація покладається на правила та процедури, спрямовуючи поведінку своїх працівників. Чим більше правил та регуляторів в організації, тим більш формалізованою є структура організації.

Централізація – місце зосередження права прийняття рішень. Якщо всі рішення (або їх більшість) приймаються вищими керівниками, тоді організація є централізованою.

Децентралізація – передача права прийняття рішень з вищих рівнів управління на нижчі.

Поняття і сутність мотивації

Привести у дію організовану систему для отримання необхідного

результату можливо лише шляхом певного впливу на неї управляючого органу або особи. Необхідні певні інструменти впливу на елементи системи, щоб вона почала своє функціонування. Одним із таких інструментів є мотивація. Для того, щоб ефективно рухатися до мети, керівник має не тільки спланувати і організувати роботу, але й примусити людей виконувати її згідно до опрацьованого плану.

Мотивація у широкому розумінні – це процес спонукання працівників до діяльності для досягнення цілей організації.

Із цього визначення можна зробити висновок, що ефективна реалізація функції мотивації потребує:

- усвідомлення того, що спонукає працівника до праці;
- розуміння того, як направити ці спонукання в русло досягнення цілей організації.

Психологія і соціологія розглядають *спонукання* як поведінкове виявлення потреб, сконцентрованих на досягненні цілей.

Потреба – це особливий стан психіки індивіда, усвідомлена ним незадоволеність, відчуття нестачі (браку) чогось, відображення невідповідності між внутрішнім станом і зовнішніми умовами.

Потреби поділяють на:

- *потреби першого роду (первісні)*, які за своєю сутністю є фізіологічними (потреби в їжі, сні тощо);
- *потреби другого роду (вторинні)*, які носять соціально – психологічний характер (потреби в повазі, владі, визнанні заслуг тощо).

Потреби першого роду закладені в людину генетично, а другого – є наслідком її соціальної життєдіяльності.

Потреби неможливо безпосередньо спостерігати або вимірювати. Про їх існування можна судити лише спостерігаючи поведінку людей.

Потреба, яка реально відчувається людиною, викликає у неї прагнення здійснити конкретні дії, спрямовані на задоволення цієї потреби. Такий процес і являє собою спонукання. Отже, *спонукання* – це потреба, усвідомлена з точки зору необхідності здійснення конкретних цілеспрямованих дій. При цьому конкретні дії людини розглядаються як засіб задоволення потреби.

Коли людина досягає поставленої мети, її потреба може бути:

- задоволена;
- частково задоволена;
- незадоволена.

Ступінь задоволення потреби впливає на спонукання (чи мотиви) поведінки людини в майбутньому.

Спрощена модель процесу мотивації наведена на рис. 1.3.

Потреби викликають у людини бажання (прагнення) до їх задоволення. Тому *сутність мотивації* у організації зводиться до створення умов, що дозволяють працівникам відчувати, що вони можуть задовольнити свої потреби такою поведінкою, яка забезпечує досягнення цілей організації.

Інструментом спонукання людей до ефективної діяльності є

винагородження. В теорії управління під *винагородженням* розуміється широкий спектр конкретних засобів, що базуються на системі цінностей людини. При цьому розрізняють два типи винагородження:

- *внутрішнє* – його дає сама робота, її результативність, змістовність, значущість тощо;

- *зовнішнє* – його працівник отримує від організації (зарплата, просування службою, пільги, привілеї тощо).

Поняття та процес контролю

Контроль – це процес забезпечення досягнення цілей організації шляхом постійного спостереження за її діяльністю та усунення відхилень, які при цьому виникають. Контроль може бути спрямований як на окремий вид діяльності організації, так і на всю їх сукупність.

В межах процесу контролю, модель якого наведена на рис. 1.4, можна виокремити три *основні етапи*:

- *вимірювання* реальних процесів, що здійснюються в організації;

- *порівняння* результатів реального виконання із заздалегідь встановленими стандартами;

- *реакція* на порівняння (коригуючи дії).

Аналіз моделі процесу контролю свідчить, що власне процесу контролю передують встановлення стандартів.

Стандарти являють собою специфічні цілі, на підставі яких оцінюється прогрес щодо їх досягнення. Вони мають бути визначеними ще в процесі виконання функції *планування*.

Характеристика *основних етапів процесу контролю*.

Етап 1. *Вимірювання реальних процесів, що здійснюються в організації*.

У процесі вимірювання реального виконання робіт в організації виникає два ключових запитання: **як** вимірювати і **що** вимірювати?

Менеджери зазвичай використовують *чотири основних методи вимірювання* (табл. 1.2):

- особисті спостереження;

- статистичні звіти;

- усні звіти підлеглих;

- письмові звіти підлеглих.

Кожний із зазначених методів має свої переваги та недоліки, тому їх спільне використання (комбінація) збільшує ймовірність отримання достовірної інформації.

Особисті спостереження виявляються у отриманні інформації про реальну діяльність підлеглих безпосередньо менеджером.

Переваги:

- відсутність фільтрації інформації;

- отримання ширшого кола інформації, яка непосильна для інших методів (ступінь задоволення роботою, ентузіазм тощо).

Недоліки:

- значний вплив особистих якостей менеджера;

- значні витрати часу;
- негативна реакція підлеглих (сприйняття особистого контролю менеджера як прояву недовіри).

Статистичні звіти набувають ширшого застосування в управлінському контролі внаслідок використання комп'ютерних технологій.

Переваги:

- групування і упорядкованість інформації у вигляді розрахунків, таблиць, схем, рядів динаміки тощо;
- легка каталогізація, можливість посилання.

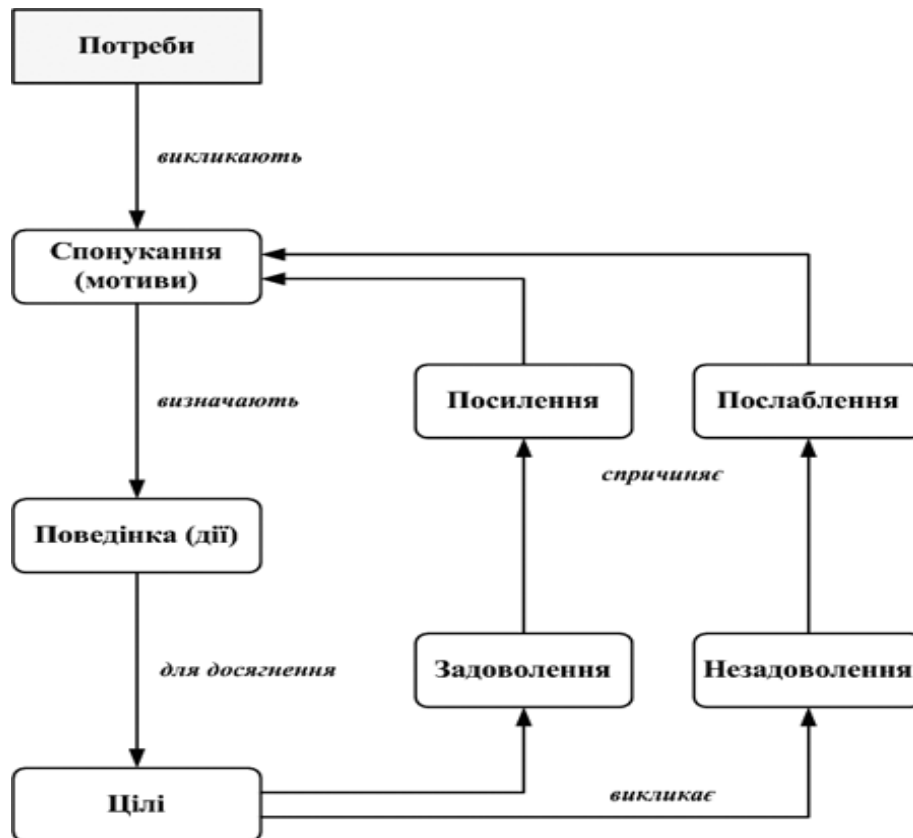


Рисунок 1.3 – Спрощена модель процесу мотивації

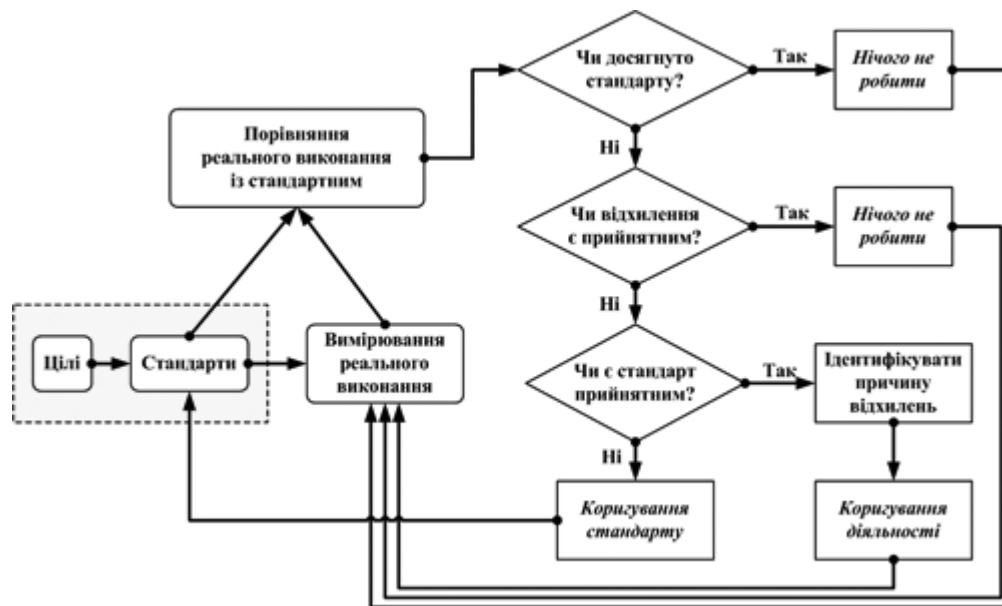


Рисунок 1.4 – Модель процесу контролю

Недоліки:

- інформаційна обмеженість (зосередженість лише на окремих, хоча і ключових сферах діяльності організації);
- низька оперативність отримання інформації.

Отримання інформації на нарадах, в особистих бесідах, розмовах по телефону – це все приклади *усних звітів підлеглих*. За перевагами та недоліками цей метод подібний до особистих спостережень.

Переваги:

- висока оперативність отримання інформації;
- хороший зворотній зв'язок.

Недоліки:

- фільтрація інформації;
- труднощі з документуванням інформації для наступної звітності.

Характеристики *письмової звітності* подібні до звітності статистичної.

Переваги:

- легка каталогізація, можливість посилення.

Недоліки:

- низька оперативність отримання інформації;
- формальний характер інформації.

Зазначені переваги та недоліки вимагають комплексного використання усіх методів вимірювання у практичній діяльності менеджера.

Не менш важливим є правильний вибір об'єктів контролю, оскільки він впливає на ставлення працівників до того, що контролюється.

Деякі із сфер контролю є *загальними для всіх менеджерів* незалежно від рівня і сфери їх діяльності:

- напрямки діяльності підлеглих;
- задоволеність працівників роботою;

- виконання параметрів бюджетів.

Таблиця 1.2 – Характеристика основних методів вимірювання

<i>Назва методів</i>	<i>Переваги</i>	<i>Недоліки</i>
① <i>Особисті спостереження</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Відсутність фільтрації інформації 2. Отримання широкого кола інформації 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вплив особистих якостей 2. Значні витрати часу 3. Негативна реакція підлеглих
② <i>Статистичні звіти</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Згрупованість і упорядкованість інформації 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обмеженість окремими сферами діяльності 2. Низька оперативність
③ <i>Усні звіти підлеглих</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Висока оперативність 2. Хороший зворотний зв'язок 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фільтрація інформації 2. Труднощі із документуванням
④ <i>Письмові звіти підлеглих</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Легка каталогізація (можливість посилення) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низька оперативність 2. Формальний характер інформації

Решта об'єктів контролю є специфічними для відповідних рівнів та сфер менеджменту. Так, менеджер із виробництва має контролювати:

- обсяги виробництва продукції за часовими інтервалами;
- рівень якості продукції, що виготовляється;
- рівень запасів сировини, матеріалів, готової продукції;
- виконання параметрів оперативно-календарного планування тощо.
- Іншими будуть об'єкти контролю для менеджерів маркетингової, фінансової, кадрової та інших служб.
- Деякі види діяльності важко піддаються кількісній оцінці. У таких випадках менеджеру доводиться шукати суб'єктивні вимірники. Зрозуміло, що вони мають суттєві недоліки, але це краще, ніж зовсім не

мати стандартів та ігнорувати функцію контролю.

- *Етап 2. Порівняння результатів реального виконання із встановленими стандартами.*
- На цьому етапі встановлюється *ступінь відхилення* реального виконання від стандарту. Принципово важливим є визначення прийнятної рівня відхилень, адже саме випадки його перевищення є об'єктами діяльності менеджера.
- Особливої уваги вимагає *спрямованість* відхилень.

Етап 3. Реакція на порівняння.

На заключному етапі процесу контролю менеджер має обрати один з *трьох варіантів дій* як реакцію на результати порівняння:

- а) нічого не робити;
- б) коригувати діяльність підлеглих;
- в) коригувати стандарти діяльності.

Перший варіант застосовується у випадках, коли результати реального виконання відповідають стандартам або відхилення від стандартів знаходяться в межах прийнятної.

Якщо відхилення перевищують допустимі межі, здійснюється коригування. Однак спочатку необхідно з'ясувати *причини надмірного відхилення* від стандартів, а саме:

1) *Не реалістичність стандартів* (їх завищення або заниження). Значна розбіжність між результатами діяльності підлеглих та стандартом демотивує працівників. У таких випадках необхідно коригувати самі стандарти, а не діяльність, пов'язану із їх досягненням. Найбільш складною при цьому є проблема зниження стандарту;

2) *Недоліки у діяльності підлеглих*. У цьому випадку менеджер має вдатись до коригування їх діяльності: зміни стратегії, організаційної структури, практики винагородження, програм навчання, перепроєктування робіт, перестановки працівників. Ще до початку коригуючих дій менеджер має обрати також *характер коригуючих дій*:

- а) *оперативні*, спрямовані на негайне виправлення наслідків;
- б) *стратегічні*, що усувають причини виникнення відхилень.

Менеджерам часто бракує часу на стратегічні коригування, тому вони постійно «гасять пожежі». Ефективні менеджери, навпаки, з'ясовують причини відхилень, оцінюють переваги їх ліквідації і заздалегідь здійснюють коригування.

Види управлінського контролю. Існують різні ознаки класифікації систем контролю. Найбільш поширеною є класифікація контролю за критерієм часу здійснення контрольних операцій, тобто:

1. до
2. впродовж здійснення трансформаційного процесу (рис. 1.5).
3. після

Випереджаючий контроль здійснюється до початку трансформаційного процесу і спрямований на якість та/або кількість усіх *вхідних ресурсів* у організацію (фізичних, людських, інформаційних, фінансових тощо), перш ніж вони стануть частиною організації.

Мета випереджаючого контролю – запобігання ситуаціям, здатних завдати шкоди організації, а не їх лікування.

Поточний контроль здійснюється безпосередньо впродовж трансформаційного процесу. Він ґрунтується на *вимірюванні фактичних результатів* діяльності і *оперативному реагуванні на відхилення*, що виникають. Розрив у часі між виникненням відхилень і коригуючими діями менеджера є мінімальним.

Мета поточного контролю – з’ясування причин відхилень, що обумовлює його широке застосування.

Заключний контроль відбувається після завершення трансформаційного процесу, його об’єктом є *виходи* із організації. Основний недолік заключного контролю – констатація відхилень, коли збитки невідворотні. Отже, ефективність заключного контролю нижча проти інших, однак для багатьох видів діяльності він є єдиним можливим видом контролю.

Цілі заключного контролю:

1. отримання інформації для удосконалення планування у майбутньому;
2. побудова ефективної системи мотивації.
3. Створення і використання систем контролю в організації часом викликає так званий *дисфункціональний ефект*, який призводить до:
4. - намагання підлеглих виглядати краще за критерієм, що контролюється;
5. - маніпулювання даними контролю.

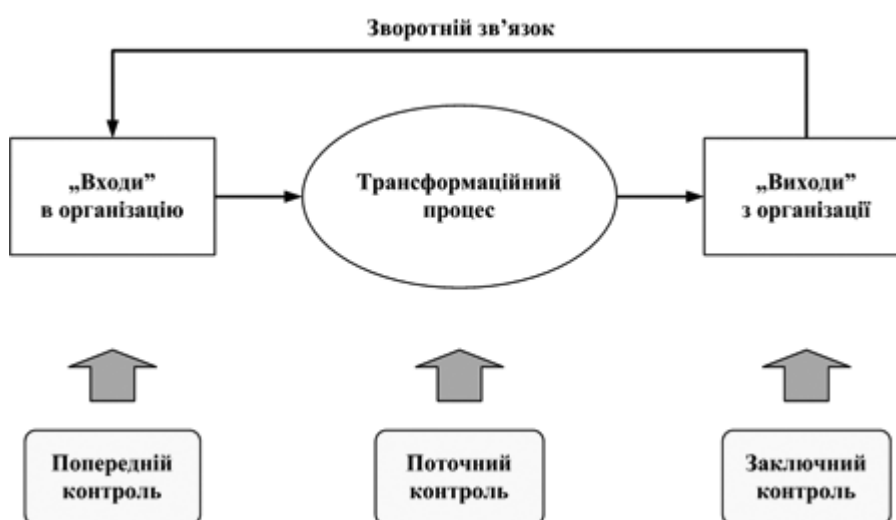


Рисунок 1.5 – Види управлінського контролю

У більшості випадків основною причиною появи дисфункціонального ефекту є відсутність системи комплексних показників оцінки діяльності

працівників. Якщо, наприклад, контролюються лише кількісні результати роботи, слід очікувати зниження якісних параметрів, оцінювання лише процесу, а не результатів діяльності призводить до імітації бурхливої діяльності на шкоду досягненню цілей організації.

Параметри ефективної системи контролю. Ефективна система контролю має відповідати певному набору *критеріїв*, серед яких можна визначити:

1. *Точність.* Система контролю, яка генерує неточну інформацію, призводить до управлінських помилок і витрат зусиль на вирішення проблем, яких взагалі не існує. Точність означає, що система контролю повинна бути достовірною, такою, що продукує реальні дані.

2. *Своєчасність.* Найкраща інформація мало чого варта, якщо вона не надійшла своєчасно. Тобто система контролю повинна вчасно забезпечувати менеджера інформацією, скорочувати часовий інтервал між подією і її відображенням у контролюючих інформаційних потоках.

3. *Економічність.* Означає, що результати здійснення контролю повинні бути більшими за витрати, пов'язані з його впровадженням. З метою мінімізації витрат менеджерів слід порівнювати (зіставляти) витрати на контроль із вигодами, що від нього очікуються.

4. *Гнучкість.* Система контролю повинна бути «спроможною» враховувати зміни та «вміти» пристосовуватися до них.

5. *Зрозумілість.* Система контролю, яку важко зрозуміти (усвідомити), може бути причиною помилок підлеглих і навіть ігнорування ними самого контролю.

6. *Обґрунтованість критеріїв.* Стандарти в системі контролю мають бути обґрунтованими (виваженими). Завищені стандарти знижують мотивацію. Більшість людей не бажає отримати ярлик «некомпетентності», говорячи начальнику, що він вимагає забагато. Стандарти повинні підтягувати виконавців до вищих показників діяльності, але не демотивувати працівників.

7. *Стратегічна спрямованість.* Менеджмент не здатний контролювати все, що робиться в організації. Навіть, якщо б і міг, то витрати на контроль перевищували б вигоди від нього. Отже, менеджери мають вибирати для контролю об'єкти (сфери), які є стратегічними. З цієї точки зору контроль має концентруватися:

- на відхиленнях, що трапляються найчастіше;
- на відхиленнях, що завдають найбільшої шкоди;
- на факторах, які піддаються впливу менеджера (які менеджер спроможний змінювати, коригувати).

8. *Особлива увага виняткам!*

9. *Численність критеріїв.* Як менеджери, так і підлеглі намагаються виглядати кращими за критеріями, які контролюються. Якщо контроль здійснюється з використанням одного єдиного критерію, то зусилля підлеглого будуть спрямовані на намагання виглядати краще саме за цим стандартом. Використання кількох критеріїв контролю забезпечує подвійний позитивний

результат:

- кількома критеріями важче маніпулювати;
- наявність кількох критеріїв руйнує прагнення виглядати краще за одним із них.

10. Підтримка коригуючих дій. Система контролю має не лише сигналізувати про відхилення, але і підказувати, які саме коригуючі дії можна запровадити для виправлення ситуації. Це досягається, наприклад, встановленням стандарту типу «якщо... – тоді...»

Практичне завдання. Провести співставлення і порівняльний аналіз алгоритму запровадження системи управління охороною праці в Україні запропонованого Рекомендаціями щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною праці (Затвердженого Держгірпромнаглядом 07.02.2008 р.) (рис. 1.6) та алгоритму запропонованому у ДСТУ OHSAS 18001-2010 «Система управління гігієною та безпекою праці» (рис. 1.7). Визначити основні риси, що відрізняють їх. Обґрунтувати який з них більш ефективний.

1.3 Атестація робочих місць

У сучасних умовах неабиякого значення набуває атестація робочих місць. Постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 1992 р. № 442 визначено Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці і Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці.

Атестація робочих місць за умовами праці – це комплексна оцінка всіх факторів виробничого середовища і трудового процесу, супутніх соціально-економічних факторів, що впливають на здоров'я і працездатність працівників у процесі трудової діяльності. Періодичність такої атестації встановлюється підприємством у колективному договорі, але не рідше одного разу за 5 років.

Атестація робочих місць передбачає:

- комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці, відповідність їх характеристик стандартам безпеки праці, будівельним та санітарним нормам і правилам;
- виявлення факторів і причин виникнення несприятливих умов праці;
- санітарно-гігієнічне дослідження чинників виробничого середовища, визначення ступеня важкості й напруженості трудового процесу на робочому місці;
- встановлення ступеня шкідливості і небезпечності праці та її характеру за гігієнічною класифікацією;

Алгоритм запровадження системи управління охороною праці

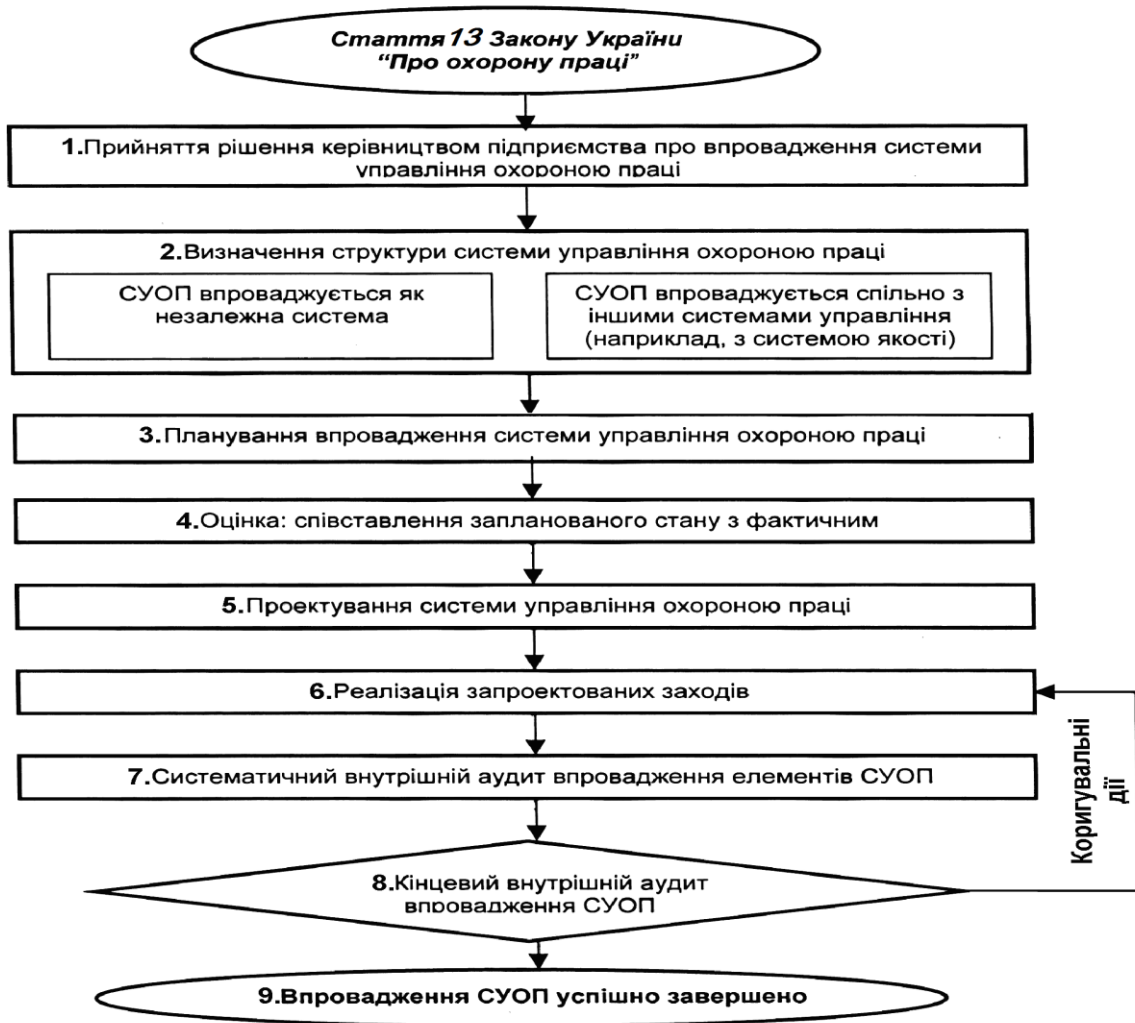


Рисунок 1.6 – Алгоритм запровадження системи управління охороною праці в Україні



Рисунок 1.7 – Алгоритм запровадження системи управління охороною праці підприємства за ДСТУ OHSAS 18001-2007.

- обґрунтування віднесення робочого місця до категорії зі шкідливими (особливо шкідливими) умовами праці;
- визначення (підтвердження) права працівників на пільги;
- аналіз реалізації технічних і організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру і безпеки праці.

Після проведення атестації за даними лабораторно-інструментальних досліджень комісія складає Карту умов праці на кожне робоче місце, яка включає оцінку факторів виробничого середовища і трудового процесу, гігієнічну оцінку умов праці, оцінку технічного та організаційного рівня. Ця Карта містить оцінку наступних факторів виробничого і трудового процесу:

- шкідливих хімічних речовин від I до IV класу небезпеки включно;
- пилу;
- вібрації;
- шуму;
- інфразвуку;
- ультразвуку;
- неіонізуючого випромінювання різних діапазонів;
- мікроклімату у приміщенні (температури повітря, швидкості руху повітря, відносної вологості, інфрачервоного випромінювання);
- температури зовнішнього повітря влітку та взимку;
- атмосферного тиску;
- біологічних факторів (мікроорганізмів, білкових препаратів, природних компонентів організму від I до IV класу небезпеки включно);
- важкості праці (динамічної роботи, статистичного навантаження);
- робочої пози;
- напруженості праці (уваги, напруженості аналізаторних функцій, емоційної та інтелектуальної напруженості, одноманітності);
- змінності.

За результатами атестації складаються переліки:

- робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, працівникам яких підтверджено право на пільги і компенсації, передбачені законодавством;
- робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, на яких пропонується встановити пільги і компенсації за рахунок підприємства;
- робочих місць з несприятливими умовами праці, на яких необхідно вжити першочергові заходи щодо їх поліпшення.

Важливого значення набуває оцінювання стану умов праці й визначення ступеня їх шкідливості та небезпечності. Оцінювання умов і характеру праці на робочих місцях здійснюється на основі гігієнічної класифікації праці з метою:

- контролю умов праці працівників на відповідність санітарним правилам і нормам;
- атестації робочих місць за умовами праці;
- санітарно-гігієнічної паспортизації стану виробничих підприємств;
- складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці;
- розслідування випадків професійних захворювань;

- розробки рекомендацій по поліпшенню умов праці тощо.

Умови праці на виробництві диференціюються залежно від фактично визначених рівнів факторів виробничого середовища порівняно із санітарними нормами, правилами, гігієнічними нормативами, а також з урахуванням можливого шкідливого впливу їх на стан здоров'я працюючих.

Наказом Міністерства охорони здоров'я від 08.04.2014 № 248 впроваджена «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

Згідно з гігієнічною класифікацією праці умови праці поділяються на чотири класи:

I клас – оптимальні умови – такі умови, в яких не лише зберігається здоров'я працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Оптимальні нормативи виробничих факторів установлені для мікроклімату і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умови приймаються такі умови праці, в яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

II клас – допустимі умови – характеризуються такими рівнями факторів виробничого і трудового процесу, які не перевищують установлених гігієнічних нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни й не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах.

III клас – шкідливі умови – характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та (або) його потомство. Шкідливі умови за показниками перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на чотири ступеня:

1-й ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, що, як правило, викликають функціональні зміни, які виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни перерві контакту зі шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

2-й ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять переважно до зростання виробничо зумовленої захворюваності, виникнення окремих ознак або легких форм патології (як правило, без втрати професійної працездатності);

3-й ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, що призводять, крім зростання виробничо зумовленої захворюваності, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (із втратою

працездатності в період трудової діяльності);

4-й ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку важких форм професійних захворювань із втратою загальної працездатності.

IV клас – небезпечні (екстремальні) умови – характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або її частин) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

Гігієнічна класифікація праці використовується для:

- роботодавців усіх організаційно-правових форм та форм власності;
- працівників з метою одержання повної інформації про умови праці на своїх робочих місцях;
- установ, що виконують контроль за дотриманням санітарних норм і правил, гігієнічних нормативів на робочих місцях, а також проводять оцінку умов праці при атестації робочих місць;
- установ, які здійснюють медичне обслуговування працюючих;
- органів соціального і медичного страхування.

1.3.1 Ризик-орієнтований підхід до оцінки умов праці

Квантифікація небезпек – це введення кількісних характеристик для оцінки складних, якісно визнаних понять. Застосовують числові, бальні та інші прийоми квантифікації. Найбільш розповсюдженою оцінкою небезпеки в сучасних умовах є *ризик*.

Небезпеки мають потенційний, тобто прихований характер. Умови, при яких реалізуються потенційні небезпеки, називають *причинами*. Причини характеризують сукупність обставин, завдяки яким небезпеки мають прояв і викликають ті чи інші небажані наслідки, що обумовлюють шкоду. Форми шкоди або небажані наслідки різноманітні: травми різної важкості, захворювання, які виявляються сучасними методами, шкода довікллю тощо.

Тріада «небезпека – причини – небажані наслідки» – це логічний процес розвитку, що реалізує потенційну небезпеку у реальну шкоду (наслідки). Наявність потенційних небезпек знаходить своє відображення в аксіомі: життєдіяльність людини потенційно небезпечна.

Використання поняття «потенційна небезпека і шкідливість виробничих процесів» у інженерних розрахунках з охорони праці припускає можливість її кількісної оцінки.

Так як потенційна небезпека і шкідливість є, не що інше, як ймовірнісна міра можливості двох подій (травми і професійного захворювання), то її кількісне оцінювання доцільно визначати через ймовірність.

Для визначення ризику скорочення тривалості життя при дії шкідливих факторів у робочій зоні підприємств взято за основу закон Вебера-Фехнера. Для

розрахунку потенційного ризику при дії різномірних виробничих шкідливих і небезпечних факторів на основі закону Вебера-Фехнера застосовуються формули наведені у таблиці 1.3.

Надалі, проводиться розрахунок сумарного ризику в такій послідовності. Насамперед розраховуються значення величини річного ризику для кожного фактора r_i , а потім обчислюється величина інтегрального ризику:

$$R = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - r_i), \quad (1.1)$$

Приклад застосування такого підходу при оцінці умов праці наведено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.3 – Розрахунок потенційного ризику при дії різномірних факторів

Параметри якості середовища	Одиниці вимірювання	Норматив прийнятого рівня	Надмірний рівень	Формула для розрахунку ризику
Хімічні речовини	мг/м ³	ГДК _{сд} , залежить від речовини	ЛК ₅₀	$r = 10^{-6} + b \cdot \lg \frac{C}{ГДК}$
Шум	дБА	ГДР	130 дБА	$r = 10^{-6} + 0,038 \cdot \lg \frac{I}{I_0}$
Іонізуюче випромінювання	мЗв рік ⁻¹	Ліміт дози ГДР=20	>50	$r = 10^{-6} + 0,358 \cdot \lg \frac{D_E}{ГДР}$
Електромагнітні коливання	Вт/м ²	ПДЕЕ, Залежить від Частоти	>500	$r = 10^{-6} + k \cdot \lg \frac{E}{ПДЕЕ}$

Для підвищення достовірності інтегрального ризику враховують ще імовірність перебування працюючого у зоні дії i -го небезпечного фактору за наступною формулою:

$$P_{v_i} = P_i^v \cdot P_i^p, \quad (1.2)$$

де P_i^v – імовірність дії i -го небезпечного фактору;

P_i^p – імовірність перебування працюючого у зоні дії i -го небезпечного фактору.

Імовірність дії i -го небезпечного фактору та імовірність перебування працюючого у зоні його дії визначається за формулами:

$$P_i^v = t_i^v / T_{CM} \quad \text{і} \quad P_i^p = t_i^p / T_{CM}, \quad (1.3)$$

де t_i^v – час дії i -го небезпечного фактору;

t_i^p – час перебування працюючого у зоні дії i -го небезпечного фактору;

T_{CM} – тривалість зміни.

Імовірність дії i -го небезпечного фактору на працюючого у кінцевому варіанті визначається за формулою:

$$P_{v_i} = \frac{1}{T_{CM}^2} (t_i^v \cdot t_i^p). \quad (1.4)$$

При наявності 2, 3, ... n шкідливих факторів, імовірність їх дії визначається наступним чином:

$$\begin{aligned} P_v(2) &= P_{v_2} + P_{v_1} - P_{v_2} \cdot P_{v_1} \\ P_v(3) &= P_{v_3} + P_{v_2} - P_{v_3} \cdot P_{v_2} \quad . \\ P_v(n) &= P_{v_n} + P_{v_{n-1}} - P_{v_n} \cdot P_{v_{n-1}} \end{aligned} \quad (1.5)$$

На рис. 1.8 наведена залежність імовірності дії на працюючого n шкідливих факторів.

За умови, що відома імовірність дії шкідливих факторів на працюючих, то визначення шкідливості виробничого процесу в цілому відбуватиметься наступним чином:

$$P_{nn}^0 = \frac{N_1 P_0(1) + N_2 P_0(2) + \dots + N_n P_0(n)}{N}, \quad (1.6)$$

де N_1, N_2, \dots, N_n – кількість працюючих, які підпадають під дію 1, 2, 3, ... n шкідливих факторів;

$P_0(1), P_0(2), \dots, P_0(n)$ – імовірність дії на працюючих 1, 2, 3, ... n шкідливих факторів;

N – загальна чисельність працюючих.

Імовірність дії j -го небезпечного фактору може бути визначена за формулою:

$$P_{b_j} = P_j^b \cdot P_j^p \cdot P_j^{nc}, \quad (1.7)$$

де P_j^b – імовірність наявності у робочій зоні j -го небезпечного фактору (речовини);

P_j^p – імовірність перебування людини у зоні дії j -го небезпечного фактору(речовини);

P_j^{nc} – вражаюча здатність j -го небезпечного фактору (речовини).

Таблиця 1.4 – Розрахунок оцінки параметрів робочої зони

№ п/п	Робоче місце, професія, цех (дільниця, відділ)	Клас умов праці	Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення (ГДК), (ГДР)	Фактичне значення	Потенційний ризик, r_i	Інтегральний ризик, R
1	2		3	4	5	6	7
1	Електрогазоварювальник, (приміщення)	3.1	Шкідливі хімічні речовини (марганець)	0,2	0,31	0,02164	0,204081
			Пил фіброгенної дії (заліза оксид)	6	6,5	0,004434	
			Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	до 140	223	0,182853	
2	Електрогазоварювальник, механічні майстерні (вулиця)	3.1	Шкідливі хімічні речовини, Марганець	0,2	0,33	0,024727	0,223607
			Пил фіброгенної дії, заліза оксид	6	6,3	0,002703	
			Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	до 140	234	0,201765	
3	Машиніст незнімної дрезини	3.2	Шум, дБА	80	83	0,000609	0,000609
4	Коваль ручного кування	3.3	Шум, дБА	75	92	0,003373	0,326984
			Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	до 140	320	0,324706	
5	Тракторист	3.2	Пил фіброгенної дії	4	4,3	0,003834	0,005402
			Шум, дБА	80	88	0,001574	
6	Машиніст залізнично-будівельної машини ПМГ	3.2	Шум, дБА	80	85	0,001001	0,001001

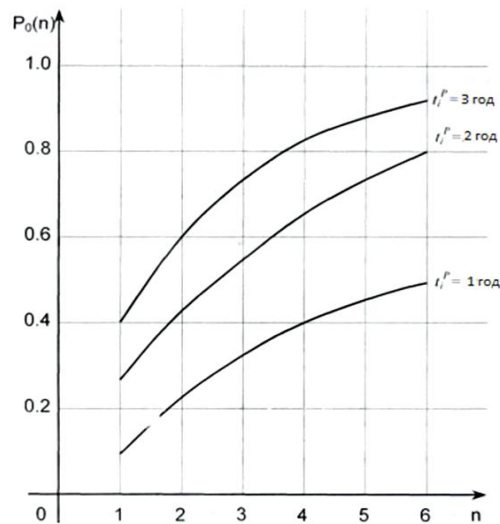


Рисунок 1.8 – Залежність $P_0(n)$ дії i -ої чисельності шкідливих факторів при $t_j^p = const$.

Граничний рівень (вміст) j -го небезпечного фактору (речовини) – це такий, при якому працюючі підлягають найшвидшій евакуації з небезпечної зони.

Якщо підставити у формулу (1.7) вирази для P_j^b , P_j^p і P_j^{nc} , отримаємо:

$$P_{b_j} = \frac{t_j^b \cdot t_j^p \cdot d_j}{T_{CM}^2 \cdot D_j}. \quad (1.9)$$

Імовірність шкідливої дії m факторів визначається за формулою:

$$P_b(m) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_{b_j}). \quad (1.10)$$

На рис. 1.9 наведена залежність можливості дії на людину m шкідливих факторів.

Якщо відома імовірність дії шкідливих факторів на працюючих, то можна визначити шкідливість виробничого процесу в цілому:

$$P_{nn}^b = \frac{N_1 P_b(1) + N_2 P_b(2) + \dots + N_m P_b(m)}{N}, \quad (1.11)$$

Результати проведених розрахунків кількісної оцінки потенційної шкідливості виробничих процесів на базі даних оцінки факторів виробничого середовища і трудового процесу по даним таблиці 1.4, наведені у таблиці 1.5.

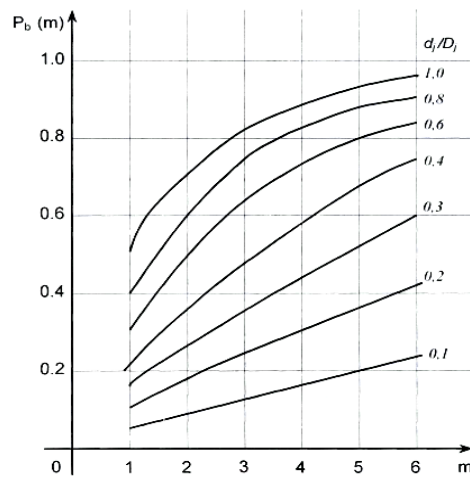


Рисунок 1.9 – Залежність $P_b(m)$ від m -ої кількості шкідливих факторів та d_j/D_j ($t_j^b \cdot t_j^p = \text{const}$).

Практичне завдання. Надати кількісну оцінку потенційній небезпеки виробничого процесу, при якому у повітря робочої зони виділяється бензол, оксид вуглецю та аерозоль алюмінію. Тривалість робочої зміни T_{CM} (год). Час дії шкідливого фактору t_j^b (год). Час перебування людини в зоні дії шкідливого фактору протягом робочої зміни t_j^p (год). Фактичний вміст j -го небезпечної речовини d_j (мг/м³). Граничний вміст j -го небезпечної речовини D_j (мг/м³). Кількість працюючих в зоні дії шкідливого фактору N_m (осіб). Кількість працюючих, що не підпадають під дію шкідливих факторів N_b (осіб). Загальна чисельність працюючих N (осіб). Вихідні дані по варіантах у таблиці 1.6.

Таблиця 1.5 – Кількісна оцінка потенційної шкідливості виробничих процесів

№ п/п	Робоче місце, професія, цех (дільниця, відділ)	Імовірність дії на працюючого n шкідливих факторів, P_{v_i}	Імовірність дії j -го небезпечного фактору, P_{b_j}	Інтегральний ризик, R
1	Електрогазоварник, механічні майстерні (приміщення)	0,96075	0,294519	0,204081
2	Електрогазоварник, механічні майстерні (вулиця)	0,972244	0,326391	0,223607
3	Машиніст незнімної дрезини АГД 1А,	0,732736	0,467824	0,000609
4	Коваль ручного кування, цех механічних майстерень, кузня	0,80067	0,294519	0,326984
5	Тракторист, механічні майстерні	0,751262	0,339346	0,005402
6	Машиніст залізнично-будівельної машини ПМГ, механічні майстерні	0,2809	0,183665	0,001001

Методичні вказівки до розв'язання завдання

1. Визначити імовірність наявності у робочій зоні кожної шкідливої речовини P_j^b за формулою (1.3).
2. Визначити імовірність знаходження людини в зоні дії кожної шкідливої речовини P_j^p за формулою (1.3).
3. Визначити вражаючу здатність кожної шкідливої речовини P_j^{nc} за формулою (1.8).
4. Визначити імовірність дії кожної шкідливої речовини P_b за формулою (1.7).
5. Визначити імовірність дії усіх шкідливих факторів за формулою (1.10).
6. Визначити шкідливість виробничого процесу в цілому за формулою (1.11).
7. За таблицею 1.7 встановити класи небезпек шкідливих речовин і види дії на організм людини.
8. Сформулювати висновки.

Таблиця 1.6 – Варіанти завдань

Вихідні дані		Варіанти завдань									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_j^b , год.	Бензол	2,0	1,5	2,5	1,2	3,0	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4
t_j^p , год.		1,5	1,5	2,0	1,2	2,0	1,7	1,5	1,0	1,8	2,4
d_{jl} , мг/м ³		10	9	18	15	10	15	10	8	12	15
D_{jl} , мг/м ³		15	10	20	16	11	19	17	12	14	18
N_1 , осіб		20	10	20	10	30	20	15	40	10	15
t_j^b , год.	оксид вуглецю	3,0	1,0	2,0	1,5	2,5	3,0	1,4	2,0	1,8	1,3
t_j^p , год.		2,5	0,5	1,5	1,5	2,0	3,0	1,0	2,0	0,8	0,9
d_{jl} , мг/м ³		30	30	25	35	30	25	35	35	40	45
D_{jl} , мг/м ³		40	35	30	40	35	30	38	37	45	50
N_2 , осіб		30	20	30	20	20	10	40	10	20	15
t_j^b , год.	аерозоль алюмінію	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,5	3,3	3,7	4,0	3,1
t_j^p , год.		2,0	3,0	4,0	3,0	2,0	5,0	3,0	4,0	2,0	2,0
d_{jl} , мг/м ³		5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	5,0	6,0	6,0	4,0	8,0
D_{jl} , мг/м ³		8	7	6	5	4	6	8	7	5	9
N_3 , осіб		20	40	20	30	20	40	10	10	25	20
N_b , осіб		50	30	40	60	30	40	55	30	70	70
T_{CM} , год.		8	6	8	6	8	6	8	6	8	6
Вихідні дані		Варіанти завдань									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
t_j^b , год.	Бензол	2,5	2,3	1,7	1,5	3,0	2,2	1,2	2,6	1,1	1,3
t_j^p , год.		2,4	2,0	1,5	1,5	2,0	2,1	1,2	1,3	1,0	1,3
d_{jl} , мг/м ³		8	10	12	14	9	19	10	15	18	13
D_{jl} , мг/м ³		2,4	12	13	16	11	20	13	17	20	15
N_1 , осіб		10	20	10	20	10	30	20	20	30	20
t_j^b , год.	оксид вуглецю	1,2	1,0	2,2	3,0	1,4	1,6	2,4	2,0	1,5	1,8
t_j^p , год.		1,2	0,9	2,0	2,8	1,0	1,5	2,2	2,0	0,8	0,9
d_{jl} , мг/м ³		30	25	33	28	35	32	35	30	30	25
D_{jl} , мг/м ³		35	30	35	30	40	36	45	40	38	30
N_2 , осіб		20	10	12	15	30	14	22	30	32	15

Закінчення таблиці 1.6.

t_j^b , год.	аерозоль алюмінію	3,6	3,2	4,0	3,1	3,7	3,5	3,8	3,5	3,9	3,0
t_j^p , год.		2,0	2,2	3,0	3,0	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	2,8
d_{jl} , мг/м ³		3	3	4	4	5	5	6	7	7	6
D_{jl} , мг/м ³		4	5	5	6	6	6	7	8	8	8
N_3 , осіб		25	30	40	20	35	10	10	20	20	25
N_b , осіб		40	45	50	55	30	70	20	50	30	60
T_{CM} , год.		6	6	8	6	8	6	8	6	8	6

Таблиця 1.7 – Характеристика деяких шкідливих речовин

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки	Дія на організм людини
Бензол +	15/5	П	2	К
Оксид вуглецю	20	П	4	Г
Аерозоль алюмінію	2	А	3	Ф

Примітки:

+ – потрібний спеціальний захист шкіри та очей;

Значення ГДК –максимально разова/середньо змінна;

П – пара;

А – аерозоль;

К – канцерогенна речовина;

Ф – аерозолі фіброгенної дії;

Г – речовина з гостроспрямованою дією, потребує автоматичного контролю за його вмістом у повітрі.

1.3.2 Оцінка умов праці за важкістю

Результати зусиль щодо поліпшення умов праці значно залежать від правильного аналізу стану умов праці та оцінки цього стану як за окремими елементами, так і в цілому за якимось показником. Таким показником, який з достатньою для практики точністю враховував би «різноякісний» вплив усіх факторів умов праці, на даний момент прийнято вважати *важкість праці*. Правомірність його використання зумовлена тим, що організм людини однаково реагує на вплив з найрізноманітніших поєднань елементів умов праці. Однакові за важкістю зміни в організмі працівників можуть бути викликані різними причинами. В одних випадках причиною можуть бути якісь шкідливі фактори зовнішнього середовища, в других – завелике фізичне або розумове навантаження, у третіх – дефіцит рухливості при підвищеному нервово-емоційному навантаженні тощо. Можливе і різне поєднання цих причин.

Таким чином, важкість праці характеризує сукупний вплив усіх елементів, що складають умови праці, на працездатність людини, її здоров'я, життєдіяльність і відтворення робочої сили. Це визначення поняття важкості праці однаково можна застосувати як до розумової, так і до фізичної праці.

Ступінь важкості праці можна визначити залежно від реакцій та змін в організмі людини. Урешті-решт вони служать показником якості самих умов

праці.

Згідно з методикою інтегрального бального оцінювання важкості праці розроблена таблиця з критеріями бального оцінювання санітарно-гігієнічних та психофізіологічних елементів умов праці. Кожному елементу присвоюється від одного до шести балів, залежно від його кількісного значення, що відповідає кількості категорій важкості праці. Так, один бал одержують ті елементи, значення яких відповідають стандартам або нижчі за санітарні норми і гранично допустимі рівні (концентрації), два бали – ті, що відповідають гранично допустимим рівням (концентраціям).

Вищі бали диференціюються залежно від величини перевищення норм або кратності перевищення гранично допустимого рівня (концентрації). Наприклад, трьома балами оцінюється промисловий пил, рівень якого більше за гранично допустимий рівень і становить 5 мг/м^3 ; а шістьма балами – понад 30 мг/м^3 .

Фактичні показники елементів виробничого середовища встановлюються шляхом безпосередніх вимірювань за допомогою відповідної апаратури.

Загальне інтегральне оцінювання важкості праці визначається за формулою:

$$И_{\Gamma} = \left[X_{\text{опр}} + \sum X_i \cdot \frac{6 - X_{\text{опр}}}{(n - 1) \times 6} \right] \cdot 10, \quad (1.12)$$

де $X_{\text{опр}}$ – величина рівня елемента, який одержав найвищу оцінку, найбільше балів;

$\sum X_i$ – арифметична сума величини рівнів усіх елементів за винятком $X_{\text{опр}}$;

n – загальна кількість факторів.

За інтегрального оцінювання важкості праці враховуються лише ті елементи, які формують певну категорію важкості на даному робочому місці.

Якщо питома вага дії того чи іншого елемента умов праці менше за восьмигодинну зміну, оцінювання елемента умов праці визначається за формулою:

$$X_{\text{факт}} = X_{\text{макс}} \cdot t, \quad (1.13)$$

де $X_{\text{макс}}$ – максимальне оцінювання елемента умов праці при його дії від 90 до 100 % робочої зміни, балів;

t – час дії елемента в частках робочої зміни.

Нині спостерігається об'єктивно обґрунтована наявність шести *категорій важкості* робіт, яким відповідає шість груп умов праці.

До *першої категорії важкості* відносяться роботи, виконані за оптимальних умов зовнішнього виробничого середовища та за оптимальних розмірів фізичного, розумового та нервово-емоційного навантаження. Такі умови у практично здорових людей сприяють поліпшенню самопочуття,

досягненню високої працездатності та продуктивності праці. Реакція організму свідчить про оптимальний варіант нормального функціонування.

Другу категорію становлять роботи, виконані в умовах, де гранично допустимі концентрації та гранично допустимі рівні шкідливих і небезпечних виробничих факторів не перевищують вимог нормативно-технічних документів. При цьому працездатність не порушується, відхилень у стані здоров'я, пов'язаних із професійною діяльністю, не спостерігається протягом усього періоду трудової діяльності людини.

До *третьої категорії* відносяться роботи, виконані в умовах, за яких у практично здорових людей виникають реакції, характерні для граничного стану організму. Спостерігається деяке зниження виробничих показників. Поліпшення умов праці та відпочинок порівняно швидко ліквідують негативні наслідки (формувальники в ливарних цехах).

До *четвертої категорії* належать роботи, за яких вплив несприятливих (небезпечних та шкідливих) факторів призводить до формування глибокого граничного стану у практично здорових людей. Більшість фізіологічних показників при цьому погіршується, особливо наприкінці робочих періодів (зміни, тижня). Виникає типовий виробничо зумовлений стан передзахворювання і т. ін. (сталевари).

П'яту категорію становлять роботи, за яких у результаті досить несприятливих умов праці наприкінці робочого періоду (зміни, тижня) формуються реакції, характерні для патологічного функціонального стану організму у практично здорових людей і зникають у більшості робітників після повноцінного відпочинку. Однак у деяких осіб вони можуть перетворитися на виробничо зумовлені та професійні захворювання (шахтарі на підземних роботах).

До *шостої категорії важкості* відносяться роботи, виконані в найнесприятливіших (екстремальних) умовах праці. При цьому патологічні реакції розвиваються надто швидко, можуть мати незворотний характер і нерідко супроводжуються важкими порушеннями функцій життєво важливих органів (водолази, які працюють на великих глибинах).

Виходячи з інтегральної оцінки, визначається категорія важкості (табл. 1.8).

Таблиця 1.8 – Категорії важкості праці

Категорія важкості праці	I	II	III	IV	V	VI
Інтегральна бальна оцінка	до 18	від 19 до 33	від 34 до 45	від 46 до 53	від 54 до 58	від 59 до 69
Доплати за умови праці	—	—	4-8 %	12-16 %	20 %	24 %

Приклад 1. На робочому місці на працівника впливають п'ять біологічно значущих елементів, оцінюваних у 5, 4, 3, 3, 2 бали. Всі вони діють протягом зміни (480 хв). Визначимо інтегральну бальну оцінку та категорію важкості

праці:

$$Ит = \left[5 + \frac{4+3+3+2}{(5-1) \times 6} \right] \cdot 10 = \left[5 + \frac{12}{4 \times 6} \right] \cdot 10 = 55.$$

Категорія важкості праці – V, розмір доплат за умови праці – 20 % тарифної ставки.

Приклад 2. На робочому місці є чотири біологічно значущих елементи, які мають оцінку 3, 3, 4, 6 балів, за тривалістю їх дії різні і дорівнюють відповідно 380, 240, 120, 240 хвилин, що в долях одиниці становить 0,8; 0,5; 0,25; 0,5. Визначимо фактичні бальні оцінки: $x_1 = 3 \times 0,8 = 2,4$; $x_2 = 3 \times 0,5 = 1,5$; $x_3 = 4 \times 0,25 = 1,0$; $x_4 = 6 \times 0,5 = 3$.

Інтегральна бальна оцінка дорівнюватиме:

$$Ит = \left[3,0 + \frac{2,4+1,5+1,0}{(4-1) \times 6} \right] \cdot 10 = \left[3,0 + \frac{4,9}{3 \times 6} \right] \cdot 10 = 32,7.$$

Категорія важкості праці – II.

Згідно з типовою методикою оцінювання умов праці фактичний стан умов праці визначається на робочих місцях, де виконуються роботи, передбачені галузевим переліком робіт з важкими і шкідливими умовами, особливо важкими й особливо шкідливими на основі гігієнічної класифікації факторів. Оцінювання проводиться за даними атестації робочих місць і спеціальних інструментальних замірів, які відображаються у Kartі умов праці на робочих місцях.

Ступінь шкідливості факторів виробничого середовища і важкості праці визначається в балах (від 1 до 3) за гігієнічною класифікацією праці. Кількість балів за кожним фактором проставляється в Kartі умов праці. При цьому для оцінки впливу даного фактора на умови враховується час його дії протягом зміни (табл. 1.9).

Таблиця 1.9 – Диференціація розміру доплат до тарифної ставки

Умови праці	Оцінка умов праці $X_{\text{факт}}$, бал	Розмір доплати до тарифної ставки
Шкідливі і важкі умови	до 2	4
	2,1—4,0	8
	4,1—6,0	12
Особливо шкідливі й особливо важкі умови	6,1—8,0	16
	8,1—10,0	20
	більше 10	24

Для прикладу наведемо оцінювання умов праці та розмір доплати працівникам Дарницького заводу залізобетонних конструкцій за роботу у важких і шкідливих умовах праці (табл. 1.10).

Оцінювання стану умов праці дозволяє віднести реальні умови праці, що

мають місце на виробництві, до оптимальних, допустимих чи шкідливих, небезпечних, а також може бути застосована на підприємстві як основа розробки системи пільг та компенсації за несприятливі умови.

Таблиця 1.10 – Приклади диференціації розміру доплат до тарифної ставки

Найменування цеху, професії	X фактичних балів	Розмір доплат, % до тарифу
1	2	3
<i>Арматурний цех</i>		
Електрозварник ручного зварювання	4,31	12
Зварник арматурних сіток та каркасів	3,00	8
Крановщик	2,45	8
<i>Бетонозмішувальний цех</i>		
Транспортувальник складу цементу	2,14	8
Транспортувальник підземної галереї	3,03	8
Транспортувальник надбункерного відділу	2,49	8
Слюсар-ремонтник обладнання БЗЦ	2,89	8
Дозувальник компонентів бетонних сумішей	2,00	4
Електрогазозварник	3,81	8
<i>Ремонтно-механічний цех</i>		
Електрозварник ручного зварювання	2,62	8
Коваль	3,45	8
Електрогазозварник	3,61	8
<i>Енергоцех</i>		
Машиніст компресорних установок	1,80	4
Електрогазозварник ручного зварювання	3,00	8
Електромонтер з обслуговування БЗЦ	1,40	4
<i>Формувальний цех</i>		
Формувальник залізобетонних конструкцій	1,88	4
<i>Ремонтний цех</i>		
Маляр	1,58	4
<i>Автотранспортний цех</i>		
Машиніст бульдозера	2,50	8
Машиніст залізничного крана	3,22	8
<i>Транспортний цех</i>		
Вантажник (на роботах із сипучими матеріалами)	1,08	4
Машиніст тепловоза	2,08	8

Згідно з гігієнічною класифікацією праці, якщо на робочому місці значення рівнів шкідливих факторів перебувають в оптимальних чи допустимих межах, то умови праці тут відповідають гігієнічним вимогам і належать до I класу (допустимі). Якщо рівні шкідливих виробничих факторів перевищують гігієнічні нормативи умови праці відносять до III класу (шкідливі умови) або до IV класу (небезпечні).

1.4 Навчання з питань охорони праці

1.4.1 Мета та загальні принципи навчання з питань охорони праці

Навчання, системне та систематичне підвищення рівня знань не лише працівників, а всього населення України з питань охорони праці – один з основних принципів державної політики в галузі охорони праці, фундаментальна основа виробничої безпеки та санітарії, необхідна умова удосконалення управління охороною праці і забезпечення ефективної профілактичної роботи щодо запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям на виробництві.

Зараз в країні діє система *безперервного навчання* з питань охорони праці, до основних науково-методичних принципів побудови, цільових функцій та методичних основ якої належать:

- наступність і безперервність навчання з питань безпеки, діяльності та охорони праці усіх вікових категорій населення;
- формування суспільної свідомості і рівня знань населення, що відповідають вимогам часу;
- навчання з питань особистої безпеки та безпеки оточуючих, відповідних норм поведінки вихованців у дошкільних закладах освіти;
- навчання з питань охорони праці в середніх, позашкільних та професійно-технічних закладах освіти;
- навчання з питань безпеки життя і діяльності в цілому та охорони праці студентів вищих навчальних закладів освіти;
- навчання з питань охорони праці працівників при їх підготовці, перепідготовці, підвищенні кваліфікації, при прийнятті на роботу та в період роботи; навчання працівників, які виконують роботи з підвищеною небезпекою та роботи, де є потреба у професійному доборі, інструктування працівників з питань охорони праці, дотримання порядку допуску до виконання робіт;
- навчання населення в цілому з питань безпеки життя, діяльності та охорони праці.

Основним нормативним документом, що встановлює порядок та види навчання і перевірки знань з охорони праці, є НПАОП 0.00-4.12.05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Вимоги Типового положення є обов'язковими для виконання усіма центральними і місцевими органами виконавчої влади, асоціаціями, концернами, корпораціями, іншими об'єднаннями підприємств, підприємствами, установами, організаціями незалежно від форм власності та видів діяльності.

На підприємствах на основі Типового положення з урахуванням специфіки виробництва та вимог державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці, розробляються і затверджуються відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці,

формується плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці, з якими повинні бути ознайомлені працівники.

Працівники підприємств при прийнятті на роботу і періодично в процесі роботи, а вихованці, учні і студенти під час навчально-виховного процесу повинні проходити навчання і перевірку знань згідно з вимогами Типового положення. Особи, які суміщають професії, проходять навчання та інструктажі з охорони праці як з їх основних професій, так і з професій за сумісництвом. Допуск до роботи (виконання навчальних практичних завдань) без навчання і перевірки знань з питань охорони праці забороняється.

Перевірка знань працівників з питань охорони праці проводиться за тими нормативними актами про охорону праці, дотримання яких входить до їх службових обов'язків. Формою перевірки знань працівників є іспит, який проводиться за екзаменаційними білетами у вигляді усного опитування або шляхом тестування на автоекзаменаторі з наступним усним опитуванням. Результати перевірки знань працівників з питань охорони праці оформлюються протоколом. Особам, які при перевірці знань виявили задовільні результати, видаються посвідчення.

Відповідальність за організацію і здійснення навчання та перевірки знань працівників з питань охорони праці покладається на керівника підприємства, в структурних підрозділів (цеху, дільниці, лабораторії, майстерні тощо) – на керівників цих підрозділів, а контроль – на службу охорони праці.

Контроль за дотриманням вимог Типового положення здійснюють органи державного нагляду за охороною праці та служби охорони праці центральних та місцевих органів виконавчої влади.

1.4.2 Навчання та перевірка знань з охорони праці на виробництві

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи повинні проходити за рахунок роботодавця інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварій.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні щороку проходити за рахунок роботодавця спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

Підготовка працівників для виконання робіт з підвищеною небезпекою здійснюється тільки в закладах освіти (професійно-технічних училищах, навчально-курсівих комбінатах, центрах підготовки і перепідготовки робітничих кадрів, в тому числі створених на підприємствах), які одержали ліцензію Міністерства освіти і науки України та дозвіл Держпраці на провадження такого навчання.

Посадові особи, діяльність яких пов'язана з організацією безпечного ведення робіт, під час прийняття на роботу і періодично, один раз на три роки, проходять навчання, а також перевірку знань з питань охорони праці за участю

профспілок.

Заступники керівників (на яких покладені обов'язки з управління охороною праці) міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської та Севастопольської міських державних адміністрацій, концернів, корпорацій та інших об'єднань підприємств, які здійснюють функції управління майном, що перебуває в держаній власності, керівники структурних підрозділів виробничої сфери, спеціалісти служби охорони праці, члени комісії з перевірки знань з охорони праці цих органів, керівники та викладачі кафедр охорони праці вищих закладів освіти, галузевих і регіональних навчальних центрів з охорони праці, керівники підприємств, виробничих, науково-виробничих об'єднань чисельністю понад 500 працівників проходять навчання та перевірку знань у Головному навчальному центрі Держпраці.

Керівники інших підприємств, установ і організацій, виробничих та науково-виробничих об'єднань незалежно від форм власності та характеру виробничої діяльності, їх заступники, виконання службових обов'язків яких пов'язано з організацією безпечного ведення робіт, керівники основних виробничо-технічних служб проходять навчання з питань охорони праці в галузевих (відомчих) навчальних закладах, а в разі їх відсутності – у навчальних закладах, які в установленому порядку одержали дозвіл органів Держпраці на проведення відповідного навчання.

Інші посадові особи і спеціалісти, відповідно до п. 5.3 НПАОП 0.00–4.12.05, проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці до початку роботи і періодично раз на три роки безпосередньо на підприємстві.

При введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці; при введенні в експлуатацію нового устаткування або впровадженні нових технологічних процесів; при переведенні працівника на іншу роботу або призначенні його на іншу посаду, що потребує додаткових знань з питань охорони праці; а також на вимогу працівника органу державного нагляду за охороною праці, вищої господарської організації або місцевого органу виконавчої влади, якщо виявлено незнання нормативних актів про охорону праці проводиться позачергове навчання та перевірка знань.

Керівники підприємств, виробничих та науково-виробничих об'єднань, а також посадові особи цехів, дільниць, виробництв, де сталася техногенна аварія чи катастрофа, повинні протягом місяця пройти позачергове навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

Посадові особи і спеціалісти, в службові обов'язки яких входить безпосереднє виконання робіт підвищеної небезпеки (НПАОП 0.00-8.02-93) та робіт, що потребують професійного добору (НПАОП 0.03-8.06-94), при прийнятті на роботу проходять на підприємстві попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці стосовно конкретних виробничих умов, а надалі – періодичні перевірки знань у строки, встановлені відповідними нормативними актами про охорону праці, але не рідше одного разу на рік.

Програми попереднього спеціального навчання розробляються

відповідними службами підприємства з урахуванням конкретних виробничих умов і відповідних їм чинних нормативних актів про охорону праці та затверджуються його керівником.

1.4.3 Вивчення питань охорони праці в закладах освіти

Зміст і обсяги навчання з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності в закладах освіти регламентуються типовими навчальними програмами дисциплін, які розроблені на основі Положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці в закладах, установах, організаціях, підприємствах, підпорядкованих Міністерству освіти і науки України, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 18 квітня 2006 року № 304, (у редакції наказу Міністерства освіти і науки України від 22 листопада 2017 року № 1514) (далі – Положення про навчання).

У дошкільних закладах освіти вихованці вивчають питання охорони життя, здоров'я та норм поведінки, що повинно передбачатися планами навчально-виховної роботи цих закладів.

У середніх закладах освіти учні вивчають питання охорони життя, здоров'я та безпеки праці, що повинно передбачатися навчальними планами і програмами середніх закладів освіти. Щорічно вивчення учнями питань охорони життя, здоров'я та безпеки праці повинно завершуватися перевіркою знань з відповідними записами про її результати в класному журналі.

У позашкільних закладах освіти в планах навчально-виховної роботи повинно передбачатися вивчення питань охорони життя, здоров'я та безпеки праці, пов'язаних з профілем, напрямками та конкретною тематикою навчально-виховної роботи цих закладів. Вивчення питань охорони життя, здоров'я та безпеки праці здійснюється одночасно з проведенням занять та інших заходів за планами навчально-виховної роботи.

Учні професійно-технічних закладів освіти на базі раніше набутих знань у процесі дошкільної і загальної середньої освіти вивчають дисципліну «Основи охорони праці».

При підготовці фахівців за професіями специфічні питання охорони праці для конкретних професій повинні вивчатися в курсах спеціальних та загальнотехнічних дисциплін – з метою поєднання технологічної підготовки з підготовкою з охорони праці, а робочі навчальні програми цих дисциплін повинні включати відповідні питання охорони праці.

При підготовці в професійно-технічних закладах освіти працівників за професіями, що застосовуються на роботах з шкідливими, небезпечними і важкими умовами праці, навчання проводиться з урахуванням вимог НПАОП 0.00-4.24-03 «Положення про навчання неповнолітніх професіям, пов'язаним з важкими роботами і роботами з шкідливими та небезпечними умовами праці».

У вищих закладах освіти, незалежно від рівня акредитації, студенти вивчають комплекс нормативних навчальних дисциплін «Безпека життєдіяльності», «Основи охорона праці» та «Охорона праці в галузі», а також

окремі питання (розділи) з охорони праці та безпеки життєдіяльності в загально-технічних і спеціальних дисциплінах, які органічно пов'язані з їх тематикою.

У закладах післядипломної освіти, незалежно від рівня акредитації та освітньо-кваліфікаційного рівня слухачів, навчальні плани повинні передбачати вивчення дисциплін з питань охорони праці. Формою підсумкового контролю знань після вивчення дисциплін з охорони праці є іспит. Дипломні проекти і роботи випускників повинні містити розділи, а білети випускних іспитів – питання з охорони праці.

1.4.4 Інструктажі з охорони праці

У відповідності з НПАОП 0.00–4.12.05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» за характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на:

- вступний;
- первинний;
- повторний;
- позаплановий;
- цільовий.

Вступний інструктаж проводиться:

- з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;
- з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;
- з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики;
- з учнями, студентами та іншими категоріями громадян у разі екскурсії на підприємство;
- з усіма вихованцями, учнями, студентами та іншими особами, які навчаються в середніх, позашкільних, професійно-технічних, вищих закладах освіти при оформленні або зарахуванні до закладу освіти.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство;
- який переводиться жодного робочого місця на інше;
- який буде виконувати нову для нього роботу;
- відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж проводиться також з вихованцями, учнями та студентами середніх, позашкільних, професійно-технічних, вищих закладів освіти:

- на початку занять у кожному кабінеті, лабораторії, де навчальний

процес пов'язаний із застосуванням небезпечних або шкідливих хімічних, фізичних, біологічних факторів, у гуртках, перед уроками трудового навчання, фізкультури, перед спортивними змаганнями, вправами на спортивних знаряддях, при проведенні заходів за межами території закладів освіти;

- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо;
- на початку вивчення кожного нового предмета (розділу, теми) навчального плану (програми) – із загальних вимог безпеки, пов'язаних з тематикою і особливостями проведення цих занять.

Повторний інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці в терміни, визначені відповідними чинними галузевими нормативними актами або керівником підприємства з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

- на роботах з підвищеною небезпекою – 1 раз на 3 місяця;
- для решти робіт – 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;
- при порушеннях працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- при виявленні особами, які здійснюють державний нагляд і контроль за охороною праці, незнання вимог безпеки стосовно робіт, що виконуються працівником;
- при перерві в роботі більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – 60 днів.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою;
- при ліквідації аварії, стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, розпорядження або інші документи, а також з вихованцями, учнями, студентами закладу освіти в разі організації масових заходів (екскурсій, походів, спортивних заходів тощо).

Порядок проведення інструктажів.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці, а в разі відсутності на підприємстві такої служби – іншим фахівцем, на якого покладено ці обов'язки і який в установленому Типовим положенням порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні. Що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних

засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу, який зберігається в службі охорони праці, а також у документі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт, а також з урахуванням вимог орієнтованого переліку питань первинного інструктажу, наведених в Типовому положенні.

Повторний інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально з окремими працівниками або групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначається в залежності від виду робіт, що ними виконуються.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер), завершуються вони перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці.

При незадовільних результатах перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів для працівника протягом 10 днів додатково проводиться інструктаж і повторна перевірка знань. При незадовільних результатах при повторній перевірці знань питання працевлаштування працівника вирішується згідно з чинним законодавством.

При незадовільних результатах перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому не дозволяється.

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та про допуск до роботи особою, якою проводився інструктаж, вноситься запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто проводив інструктаж. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, журнали прошнуровані і скріплені печаткою.

У разі проведення робіт, що потребують оформлення наряд-допуску, цільовий інструктаж реєструється в цьому наряді-допуску, а в журналі реєстрації інструктажів – не обов'язково.

1.4.5 Стажування (дублювання) та допуск працівників до роботи

Новоприйняті на підприємство працівники після первинного інструктажу на робочому місці до початку самостійної роботи повинні під керівництвом досвідчених, кваліфікованих фахівців пройти стажування протягом 2 – 15 змін або дублювання не менше 6 змін.

Працівники, функціональні обов'язки яких пов'язані із забезпеченням безаварійної роботи важливих і складних господарчих потенційно небезпечних об'єктів або з виконанням окремих потенційно небезпечних робіт (теплові та атомні електростанції, гірничодобувні підприємства, інші подібні об'єкти, порушення технологічних режимів яких являє загрозу для працівників та навколишнього середовища), до початку самостійної роботи повинні проходити дублювання з обов'язковим суміщенням з проти аварійними і протипожежними тренуваннями відповідно до плану ліквідації аварій.

Допуск до стажування (дублювання) оформлюється наказом (розпорядженням) по підприємству (структурному підрозділу), в якому визначаються тривалість стажування (дублювання) та прізвище відповідального працівника.

У процесі стажування (дублювання) працівник повинен:

- поповнити знання щодо правил безпечної експлуатації технологічного обладнання, технологічних і посадових інструкцій та інструкцій з охорони праці;
- оволодіти навичками орієнтування у виробничих ситуаціях в нормальних і аварійних умовах;
- засвоїти в конкретних умовах технологічні процеси і обладнання та методи безаварійного керування ними з метою забезпечення вимог охорони праці.

Запис про проведення стажування (дублювання) та допуск до самостійної роботи здійснюється керівником відповідного структурного підрозділу (начальником виробництва, цеху тощо) в журналі реєстрації інструктажів.

Якщо в процесі стажування (дублювання) працівник не оволодів необхідними виробничими навичками чи отримав незадовільну оцінку щодо проти аварійних та протипожежних тренувань, то стажування (дублювання) новим розпорядженням може бути продовжено на термін до двох змін. Після закінчення стажування (дублювання) наказом (розпорядженням) керівника підприємства (або його структурного підрозділу) працівник допускається до самостійної роботи.

Тестові завдання

Практичне завдання. Ознайомившись із змістом «Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» треба пройти комп'ютерне тестування за допомогою програми Techlab, яка запропонує Вам 20 тестових завдань із загальної бази 200 тестів, наведених нижче, на які Ви повинні надати відповіді за 20 хвилин.

Тести містять в собі запитання різного виду. Якщо варіанти відповідей у

завданні позначені колом (○ –), то в такому питанні міститься тільки одна вірна відповідь. Якщо варіанти відповідей у завданні позначені квадратом (□ –), то в такому питанні передбачено декілька вірних відповідей. Питання, що містять в собі три крапки (...) потребують вставляння випущеного слова, кількість таких позначень у питанні відповідає кількості пропущених слів. При виконанні завдання, в якому необхідно обидві частини речення привести до відповідності, треба проти літери лівого стовпчика вказати відповідну цифру правого стовпчика.

Тести для самоперевірки знань

1. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці встановлює порядок навчання та перевірки знань з питань охорони праці:

- а) – посадових осіб у процесі трудової діяльності;
- б) – працівників у процесі трудової діяльності;
- в) – учнів, курсантів, слухачів та студентів навчальних закладів під час трудового і професійного навчання;
- г) – викладачів охорони праці у навчальних закладів.

2. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці не встановлює порядок навчання та перевірки знань з питань охорони праці:

- а) ○ – посадових осіб у процесі трудової діяльності;
- б) ○ – інших працівників у процесі трудової діяльності;
- в) ○ – учнів, курсантів, слухачів та студентів навчальних закладів під час трудового і професійного навчання;
- г) ○ – викладачів охорони праці у навчальних закладів.

3. Типове положення спрямоване на реалізацію в Україні системи безперервного навчання з питань:

- а) – охорони праці посадових осіб та інших працівників
- б) – надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків;
- в) – правил поведінки у разі виникнення аварій;
- г) – правил дорожнього руху.

4. Типове положення не спрямоване на реалізацію в Україні системи безперервного навчання з питань:

- а) ○ – охорони праці посадових осіб та інших працівників
- б) ○ – надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків;
- в) ○ – правил поведінки у разі виникнення аварій;
- г) ○ – правил дорожнього руху.

5. Вимоги Типового положення є обов'язковими для виконання

- а) – органами законодавчої влади;
- б) – центральними органами виконавчої влади;
- в) – місцевими органами виконавчої влади;

г) – органами місцевого самоврядування;
д) – бюджетними установами;
е) – суб'єктами господарської діяльності незалежно від форми власності та видів діяльності.

6. Вимоги Типового положення є обов'язковими для виконання

а) – усіма центральними органами виконавчої влади;
б) – місцевими органами виконавчої влади;
в) – органами місцевого самоврядування;
г) – бюджетними установами;
д) – суб'єктами господарської діяльності незалежно від форми власності та видів діяльності.

7. Суб'єкт господарської діяльності, який має намір проводити навчання з питань охорони праці працівників інших суб'єктів господарської діяльності або професійну підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації працівників, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою, повинен одержати:

а) – відповідний дозвіл Держпраці;
б) – відповідний дозвіл територіального Держпраці;
в) – відповідний дозвіл Міністерства, якому підпорядковано підприємство власника;
г) – відповідний дозвіл місцевої державної адміністрації, органів місцевого самоврядування;
д) – відповідний дозвіл державної службою зайнятості населення.

8. Суб'єкт господарської діяльності, який має намір проводити навчання з питань охорони праці працівників інших суб'єктів господарської діяльності або професійну підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації працівників, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою, повинен одержати:

а) – відповідний дозвіл Держпраці;
б) – відповідний дозвіл Міністерства, якому підпорядковано підприємство власника;
в) – відповідний дозвіл місцевої державної адміністрації, органів місцевого самоврядування;
г) – відповідний дозвіл державної службою зайнятості населення.

9. Суб'єкт господарської діяльності, який має намір проводити навчання з питань охорони праці працівників інших суб'єктів господарської діяльності або професійну підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації працівників, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою, повинен одержати:

а) – відповідний дозвіл територіального Держпраці;
б) – відповідний дозвіл Міністерства, якому підпорядковано підприємство власника;
в) – відповідний дозвіл місцевої державної адміністрації, органів місцевого самоврядування;

г)○ – відповідний дозвіл державної службою зайнятості населення.

10. В яких випадках суб'єкт господарської діяльності повинен одержати відповідний дозвіл Держпраці:

а)□ – якщо має намір проводити навчання з питань охорони праці працівників інших суб'єктів господарської діяльності;

б)□ – якщо має намір проводити професійну підготовку працівників інших суб'єктів господарської діяльності, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою;

в)□ – якщо має намір проводити професійну перепідготовку та підвищення кваліфікації працівників інших суб'єктів господарської діяльності, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою;

г)□ – якщо має намір проводити професійну підготовку викладачів з охорони праці для навчальних закладів.

11. В яких випадках суб'єкт господарської діяльності не повинен одержати відповідний дозвіл Держпраці:

а)○ – якщо має намір проводити навчання з питань охорони праці працівників інших суб'єктів господарської діяльності;

б)○ – якщо має намір проводити професійну підготовку працівників інших суб'єктів господарської діяльності, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою;

в)○ – якщо має намір проводити професійну перепідготовку та підвищення кваліфікації працівників інших суб'єктів господарської діяльності, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою;

г)○ – якщо має намір проводити професійну підготовку викладачів з охорони праці для навчальних закладів.

12. Який орган здійснює нагляд за дотриманням вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці?

а)○ – органи державного нагляду за охороною праці;

б)○ – служби охорони праці центральних органів виконавчої влади;

в)○ – служби охорони праці місцевих органів виконавчої влади;

г)○ – служби охорони праці місцевого самоврядування;

д)○ – служби охорони праці підприємств.

13. Які органи не здійснюють нагляд за дотриманням вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці?

а)□ – органи державного нагляду за охороною праці;

б)□ – служби охорони праці центральних органів виконавчої влади;

в)□ – служби охорони праці місцевих органів виконавчої влади;

г)□ – служби охорони праці місцевого самоврядування;

д)□ – служби охорони праці підприємств.

14. Які органи здійснюють контроль за дотриманням вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці?

- а) – органи державного нагляду за охороною праці;
- б) – служби охорони праці центральних органів виконавчої влади;
- в) – служби охорони праці місцевих органів виконавчої влади;
- г) – служби охорони праці місцевого самоврядування;
- д) – служби охорони праці підприємств.

15. Який орган не здійснює контроль за дотриманням вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці?

- а) – органи державного нагляду за охороною праці;
- б) – служби охорони праці центральних органів виконавчої влади;
- в) – служби охорони праці місцевих органів виконавчої влади;
- г) – служби охорони праці місцевого самоврядування;
- д) – служби охорони праці підприємств.

16. Приведіть до відповідності – які органи і служби здійснюють нагляд, а які контроль за дотриманням вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

- а) – органи державного нагляду за охороною праці; 1) нагляд;
- б) – служби охорони праці центральних органів виконавчої влади; 2) контроль;
- в) – служби охорони праці місцевих органів виконавчої влади; 3) контроль;
- г) – служби охорони праці місцевого самоврядування; 4) контроль;
- д) – служби охорони праці підприємств; 5) контроль.

17. Координацію і методичний супровід суб'єктів господарської діяльності, які проводять навчання працівників з питань охорони праці здійснюють:

- а) – здійснює головний навчально-методичний центр Держпраці;
- б) – навчальні підрозділи експертно-технічних центрів Держпраці;
- в) – служби охорони праці центральних органів виконавчої влади;
- г) – служби охорони праці місцевих органів виконавчої влади.

18. Координацію і методичний супровід суб'єктів господарської діяльності, які проводять навчання працівників з питань охорони праці не здійснюють:

- а) – здійснює головний навчально-методичний центр Держпраці;
- б) – навчальні підрозділи експертно-технічних центрів Держпраці;
- в) – служби охорони праці центральних органів виконавчої влади.

19. Координацію і методичний супровід суб'єктів господарської діяльності, які проводять навчання працівників з питань охорони праці не здійснюють:

- а) – здійснює головний навчально-методичний центр Держпраці;
- б) – навчальні підрозділи експертно-технічних центрів Держпраці;
- в) – служби охорони праці місцевих органів виконавчої влади.

20. ... з ... охорони праці – це навчання працівників, учнів, курсантів, студентів, слухачів з метою отримання необхідних знань і навичок з питань охорони праці або безпечного ведення робіт.

21. Навчання з питань ... – це навчання працівників, учнів, курсантів, студентів, слухачів з метою отримання необхідних знань і навичок з питань охорони праці або безпечного ведення робіт.

22. Навчання з питань охорони праці – це ... , учнів, курсантів, студентів, слухачів з метою отримання необхідних знань і навичок з питань охорони праці або безпечного ведення робіт.

23. Навчання з питань охорони праці – це навчання працівників, ... , ... , студентів, слухачів з метою отримання необхідних знань і навичок з питань охорони праці або безпечного ведення робіт.

24. Навчання з питань охорони праці – це навчання працівників, учнів, курсантів, ... , ... з метою отримання необхідних знань і навичок з питань охорони праці або безпечного ведення робіт.

25. Навчання з питань охорони праці – це навчання працівників, учнів, курсантів, студентів, слухачів з необхідних знань і навичок з питань охорони праці або безпечного ведення робіт.

26. Навчання з питань охорони праці – це навчання працівників, учнів, курсантів, студентів, слухачів з метою отримання і навичок з питань охорони праці або безпечного ведення робіт.

27. Навчання з питань охорони праці – це навчання працівників, учнів, курсантів, студентів, слухачів з метою отримання необхідних знань і ... з ... охорони праці або безпечного ведення робіт.

28. Навчання з питань охорони праці – це навчання працівників, учнів, курсантів, студентів, слухачів з метою отримання необхідних знань і навичок з питань або безпечного ведення робіт.

29. Навчання з питань охорони праці – це навчання працівників, учнів, курсантів, студентів, слухачів з метою отримання необхідних знань і навичок з питань охорони праці або робіт.

30. Навчання з питань охорони праці – це навчання працівників, учнів, курсантів, студентів, слухачів з метою отримання необхідних знань і навичок з питань охорони праці або безпечного

31. Робота з – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

32. Робота з підвищеною небезпекою – є ... в ... впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди

здоров'ю, майну, довкіллю.

33. Робота з – є робота в умовах та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

34. Робота з підвищеною небезпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

35. Робота з підвищеною небезпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих ... або така, де є ... в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

36. Робота з підвищеною небезпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в , чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

37. Робота з підвищеною небезпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи ... з ... , управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

38. Робота з підвищеною небезпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, ... , ... технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

39. Робота з підвищеною небезпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

40. Робота з підвищеною небезпекою – є робота в умовах впливу

шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або , що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

41. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

42. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

43. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику , пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

44. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику ... аварій, ... , загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

45. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, , заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

46. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, здоров'ю, майну, довкіллю.

47. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням,

застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння , майну, довкілля.

48. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння ... здоров'ю, ... , довкілля.

49. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння ... здоров'ю, майну,

50. Робота з підвищеною безпекою – є робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, ... ,

51. – є щорічне вивчення працівниками, які залучаються до виконання робіт з підвищеною безпекою або там, де є потреба в професійному доборі, вимог відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

52. Спеціальне навчання – є працівниками, які залучаються до виконання робіт з підвищеною безпекою або там, де є потреба в професійному доборі, вимог відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

53. Спеціальне навчання – є щорічне вивчення ... , які ... до виконання робіт з підвищеною безпекою або там, де є потреба в професійному доборі, вимог відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

54. Спеціальне навчання – є щорічне вивчення працівниками, які залучаються до з підвищеною безпекою або там, де є потреба в професійному доборі, вимог відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

55. Спеціальне навчання – є щорічне вивчення працівниками, які залучаються до виконання робіт з або там, де є потреба в професійному доборі, вимог відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

56. Спеціальне навчання – є щорічне вивчення працівниками, які залучаються до виконання робіт з підвищеною безпекою або там, де в професійному доборі, вимог відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

57. Спеціальне навчання – є щорічне вивчення працівниками, які

залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою або там, де є потреба в, вимог відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

58. Спеціальне навчання – є щорічне вивчення працівниками, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою або там, де є потреба в професійному доборі, нормативно-правових актів з охорони праці.

59. Спеціальне навчання – є щорічне вивчення працівниками, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою або там, де є потреба в професійному доборі, вимог відповідних ... - ... актів з охорони праці.

60. Спеціальне навчання – є щорічне вивчення працівниками, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою або там, де є потреба в професійному доборі, вимог відповідних нормативно-правових актів з

61. ... – набуття особою практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

62. Стажування – практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

63. Стажування – набуття особою виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

64. Стажування – набуття особою практичного досвіду завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

65. Стажування – набуття особою практичного досвіду виконання виробничих ... і ... на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

66. Стажування – набуття особою практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

67. Стажування – набуття особою практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

68. Стажування – набуття особою практичного досвіду виконання

виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

69. Стажування – набуття особою практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

70. Стажування – набуття особою практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця.

71. Стажування – набуття особою практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під досвідченого фахівця.

72. Стажування – набуття особою практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом

73. ... – самостійне виконання працівником (...) професійних обов'язків на робочому місці під наглядом досвідченого працівника з обов'язковим проходженням протиаварійного і протипожежного тренувань.

74. Дублювання – працівником (дублером) професійних обов'язків на робочому місці під наглядом досвідченого працівника з обов'язковим проходженням протиаварійного і протипожежного тренувань.

75. Дублювання – самостійне виконання працівником (дублером) на робочому місці під наглядом досвідченого працівника з обов'язковим проходженням протиаварійного і протипожежного тренувань.

76. Дублювання – самостійне виконання працівником (дублером) професійних обов'язків на під наглядом досвідченого працівника з обов'язковим проходженням протиаварійного і протипожежного тренувань.

77. Дублювання – самостійне виконання працівником (дублером) професійних обов'язків на робочому місці під працівника з обов'язковим проходженням протиаварійного і протипожежного тренувань.

78. Дублювання – самостійне виконання працівником (дублером) професійних обов'язків на робочому місці під наглядом з обов'язковим проходженням протиаварійного і протипожежного тренувань.

79. Дублювання – самостійне виконання працівником (дублером) професійних обов'язків на робочому місці під наглядом досвідченого працівника з протиаварійного і протипожежного тренувань.

80. Дублювання – самостійне виконання працівником (дублером) професійних обов'язків на робочому місці під наглядом досвідченого працівника з обов'язковим проходженням ... і ... тренувань.

81. Дублювання – самостійне виконання працівником (дублером)

професійних обов'язків на робочому місці під наглядом досвідченого працівника з обов'язковим проходженням протиаварійного і

82. Приведіть до відповідності рівень навчального закладу і дисципліну, яка повинна вивчатися у них:

- | | |
|---|----------------------------|
| а) професійно-технічні навчальні заклади; | 1) охорона праці; |
| б) вищі навчальні заклади; | 2) основи охорони праці; |
| в) вищі навчальні заклади; | 3) охорона праці в галузі. |

83. Зміст та обсяг предмета «охорона праці» для підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою, визначаються:

- а) – типовим навчальним планом предмета «охорона праці»;
- б) – типовою навчальною програмою з предмета «охорона праці»;
- в) – змістом міжнародних стандартів з охорони праці OHSAS 18000;
- г) – Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

84. Зміст та обсяг предмета «охорона праці» для підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою, не визначаються:

- а) – типовим навчальним планом предмета «охорона праці»;
- б) – типовою навчальною програмою з предмета «охорона праці»;
- в) – Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

85. Зміст та обсяг предмета «охорона праці» для підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою, не визначаються:

- а) – типовим навчальним планом предмета «охорона праці»;
- б) – типовою навчальною програмою з предмета «охорона праці»;
- в) – змістом міжнародних стандартів з охорони праці OHSAS 18000.

86. Типовий навчальний план і типова навчальна програма з предмета «охорона праці» затверджуються:

- а) – спеціально вповноваженим органом центральної виконавчої влади в галузі освіти і науки;
- б) – спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці;
- в) – головний навчально-методичний центр Держпраці;
- г) – навчальними підрозділами експертно-технічних центрів Держпраці.

87. Типовий навчальний план і типова навчальна програма з предмета «охорона праці» не затверджуються:

- а) – спеціально вповноваженим органом центральної виконавчої влади в галузі освіти і науки;
- б) – спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці;
- в) – головний навчально-методичний центр Держпраці;
- г) – навчальними підрозділами експертно-технічних центрів

Держпраці.

88. Типовий навчальний план і типова навчальна програма з предмета «охорона праці» погоджується з :

а) – спеціально вповноваженим органом центральної виконавчої влади в галузі освіти і науки;

б) – спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці;

в) – головний навчально-методичний центр Держпраці;

г) – навчальними підрозділами експертно-технічних центрів Держпраці.

89. Типовий навчальний план і типова навчальна програма з предмета «охорона праці» не погоджується з :

а) – спеціально вповноваженим органом центральної виконавчої влади в галузі освіти і науки;

б) – спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці;

в) – головний навчально-методичний центр Держпраці;

г) – навчальними підрозділами експертно-технічних центрів Держпраці.

90. При цьому теоретична частина предмета «охорона праці» для підготовки працівників, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою вивчається обсягом не менше:

а) – 15 годин;

б) – 20 годин;

в) – 25 годин;

г) – 30 годин;

д) – 35 годин.

91. При цьому теоретична частина предмета «охорона праці» для перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою вивчається обсягом не менше:

а) – 15 годин;

б) – 20 годин;

в) – 25 годин;

г) – 30 годин;

д) – 35 годин.

92. Теоретична частина предмета «охорона праці» під час професійної підготовки працівників для виконання робіт, які не належать до переліку робіт з підвищеною небезпекою, вивчається в обсязі не менше:

а) – 8 годин;

б) – 10 годин;

в) – 15 годин;

г) – 20 годин;

д) – 25 годин.

93. Теоретична частина предмета «охорона праці» під час перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників для виконання робіт, які не належать до

переліку робіт з підвищеною небезпекою, вивчається в обсязі не менше:

- а) – 8 годин;
- б) – 10 годин;
- в) – 15 годин;
- г) – 20 годин;
- д) – 25 годин.

94. Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи, а також учні, курсанти, слухачі та студенти під час трудового і професійного навчання проходять на підприємстві за рахунок роботодавця:

- а) – інструктажі з питань охорони праці;
- б) – навчання та перевірку знань з питань охорони праці;
- в) – навчання з надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків,
- г) – навчання з правил поведінки у разі виникнення аварії.
- д) – навчання з правил дорожнього руху.

95. Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи, а також учні, курсанти, слухачі та студенти під час трудового і професійного навчання не проходять на підприємстві за рахунок роботодавця:

- а) – інструктажі з питань охорони праці;
- б) – навчання та перевірку знань з питань охорони праці;
- в) – навчання з надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків,
- г) – навчання з правил поведінки у разі виникнення аварії.
- д) – навчання з правил дорожнього руху.

96. На підприємствах на основі Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, з урахуванням специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів з охорони праці, розробляються і затверджуються:

- а) – відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці;
- б) – формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці, з якими мають бути ознайомлені працівники;
- в) – типовий навчальний план з охорона праці;
- г) – типова навчальна програма з охорона праці.

97. На підприємствах на основі Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, з урахуванням специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів з охорони праці, не розробляються:

- а) – відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці;
- б) – формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці, з якими мають бути ознайомлені працівники;
- в) – типовий навчальний план з охорона праці.

98. На підприємствах на основі Типового положення про порядок

проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, з урахуванням специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів з охорони праці, не розробляються:

а)○ – відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці;

б)○ – формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці, з якими мають бути ознайомлені працівники;

в)○ – типова навчальна програма з охорона праці.

99. Організацію навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників, у тому числі під час професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації на підприємстві здійснюють:

а)□ – головний інженер підприємства;

б)□ – працівники служби кадрів;

в)□ – інші спеціалісти, яким роботодавцем доручена організація цієї роботи;

г)□ – працівники виробничого відділу.

100. Організацію навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників, у тому числі під час професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації на підприємстві не здійснюють:

а)○ – головний інженер підприємства;

б)○ – працівники служби кадрів;

в)○ – інші спеціалісти, яким роботодавцем доручена організація цієї роботи.

101. Організацію навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників, у тому числі під час професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації на підприємстві не здійснюють:

а)○ – працівники служби кадрів;

б)○ – інші спеціалісти, яким роботодавцем доручена організація цієї роботи;

в)○ – працівники виробничого відділу.

102. Навчання з питань охорони праці може проводитись:

а)□ – традиційними методами;

б)□ – з використанням сучасних видів навчання – модульного;

в)□ – дистанційно;

г)□ – з використанням технічних засобів навчання: аудіовізуальних, комп'ютерних навчально-контрольних систем, комп'ютерних тренажерів.

103. Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною безпекою, повинні попередньо пройти:

а)○ – спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум);

б)○ – стажування у пожежних частинах;

в)○ – здати нормативи з пожежно-прикладного виду спорту;

г)○ – отримати спеціальний одяг.

104. Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною безпекою, не повинні попередньо проходити:

- а) – спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум);
- б) – стажування у пожежних частинах;
- в) – здати нормативи з пожежно-прикладного виду спорту;
- г) – отримати спеціальний одяг.

105. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки:

- а) – один раз на рік;
- б) – два рази на рік;
- в) – один раз на три роки;
- г) – один раз на п'ять років.

106. Посадові особи проходять навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки:

- а) – до початку виконання своїх обов'язків;
- б) – періодично (один раз на три роки);
- в) – періодично (один раз на рік);
- г) – не проходять.

107. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, не проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки:

- а) – один раз на рік;
- б) – два рази на рік;
- в) – один раз на три роки;
- г) – один раз на п'ять років.

108. Посадові особи не проходять навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки:

- а) – до початку виконання своїх обов'язків;
- б) – періодично (один раз на три роки);
- в) – періодично (один раз на рік);

109. Яким чином особи, які суміщують професії, проходять навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці:

- а) – тільки за основною професією;
- б) – тільки за професій за сумісництвом;
- в) – як з основної професії, так і з професій за сумісництвом;
- г) – на загальних засадах.

110. Яким чином особи, які суміщують професії, не проходять навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці:

- а) – тільки за основною професією;
- б) – тільки за професій за сумісництвом;
- в) – як з основної професії, так і з професій за сумісництвом;
- г) – на загальних засадах.

111. Перед перевіркою знань з питань охорони праці на підприємстві для працівників організується навчання:

- а) – лекції;
- б) – семінари;
- в) – консультації;
- г) – лекції, семінари, консультації.

112. Перевірка знань працівників з питань охорони праці проводиться за нормативно-правовими актами з охорони праці:

- а) – додержання яких входить до їхніх функціональних обов'язків;
- б) – з усіх чинних нормативно-правових актів з охорони праці;
- в) – з усіх галузевих нормативно-правових актів з охорони праці;
- г) – зі змісту Закону України «Про охорону праці».

113. Перевірка знань працівників з питань охорони праці не проводиться за нормативно-правовими актами з охорони праці:

- а) – додержання яких входить до їхніх функціональних обов'язків;
- б) – з усіх чинних нормативно-правових актів з охорони праці;
- в) – з усіх галузевих нормативно-правових актів з охорони праці;
- г) – зі змісту Закону України «Про охорону праці».

114. Перевірка знань працівників з питань охорони праці на підприємстві здійснюється

- а) – керівником підприємства;
- б) – головним інженером підприємства;
- в) – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства;
- г) – керівником структурного підрозділу;
- д) – комісією з перевірки знань з питань охорони праці підприємства.

115. Перевірка знань працівників з питань охорони праці на підприємстві не здійснюється

- а) – керівником підприємства;
- б) – головним інженером підприємства;
- в) – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства;
- г) – керівником структурного підрозділу;
- д) – комісією з перевірки знань з питань охорони праці підприємства.

116. До складу комісії з перевірки знань з питань охорони праці підприємства можуть входити:

- а) – керівник підприємства або його заступник, до службових обов'язків яких входить організація роботи з охорони праці;
- б) – спеціалісти служби охорони праці;
- в) – представники юридичної служби;
- г) – представники виробничої служби;
- д) – представники технічної служби;
- е) – представник профспілки або вповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці;
- ж) – страхові експерти з охорони праці відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України;

з) – викладачі охорони праці, які проводили навчання.

117. До складу комісії з перевірки знань з питань охорони праці підприємства обов'язково повинні входити:

а) – керівник підприємства або його заступник, до службових обов'язків яких входить організація роботи з охорони праці;

б) – спеціалісти служби охорони праці;

в) – представники юридичної служби;

г) – представники виробничої служби;

д) – представники технічної служби;

е) – представник профспілки або вповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці;

ж) – страхові експерти з охорони праці відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України;

з) – викладачі охорони праці, які проводили навчання.

118. До складу комісії з перевірки знань з питань охорони праці підприємства можна не включати:

а) – керівника підприємства або його заступника, до службових обов'язків якого входить організація роботи з охорони праці;

б) – спеціаліста служби охорони праці;

в) – представника юридичної служби;

г) – представника виробничої служби;

д) – представника технічної служби;

е) – представника профспілки або вповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці;

ж) – страхового експерта з охорони праці відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України.

119. До складу комісії з перевірки знань з питань охорони праці підприємства можна не включати:

а) – керівника підприємства або його заступника, до службових обов'язків якого входить організація роботи з охорони праці;

б) – спеціаліста служби охорони праці;

в) – представника юридичної служби;

г) – представника виробничої служби;

д) – представника технічної служби;

е) – представника профспілки або вповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці;

ж) – викладача охорони праці, який проводив навчання.

120. В яких випадках участь представника спеціально вповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці або його територіального управління у складі комісії з перевірки знань з питань охорони праці підприємства обов'язкова:

а) – лише під час первинної перевірки знань з питань охорони праці у

працівників, які залучаються до виконання робіт підвищеної небезпеки;

б) – під час первинної перевірки знань з питань охорони праці у працівників;

в) – під час проведення первинного інструктажу;

г) – під час проведення вступного інструктажу.

121. В яких випадках участь представника спеціально вповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці або його територіального управління у складі комісії з перевірки знань з питань охорони праці підприємства не обов'язкова:

а) – лише під час первинної перевірки знань з питань охорони праці у працівників, які залучаються до виконання робіт підвищеної небезпеки;

б) – під час первинної перевірки знань з питань охорони праці у працівників;

в) – під час проведення первинного інструктажу;

г) – під час проведення вступного інструктажу.

122. Комісія з перевірки знань з питань охорони праці підприємства вважається правомочною, якщо до її складу входять не менше:

а) – двох осіб;

б) – трьох осіб;

в) – п'яти осіб;

г) – семи осіб.

123. Ким складається перелік питань для перевірки знань з охорони праці працівників, з урахуванням специфіки виробництва?

а) – складається членами комісії та затверджується роботодавцем;

б) – складається головним інженером та затверджується роботодавцем;

в) – складається начальником служби (відділу) охорони праці та затверджується роботодавцем;

г) – складається спеціалістами служби (відділу) охорони праці та затверджується начальником служби (відділу) охорони праці.

124. Ким не складається перелік питань для перевірки знань з охорони праці працівників, з урахуванням специфіки виробництва?

а) – складається членами комісії та затверджується роботодавцем;

б) – складається головним інженером та затверджується роботодавцем;

в) – складається начальником служби (відділу) охорони праці та затверджується роботодавцем;

г) – складається спеціалістами служби (відділу) охорони праці та затверджується начальником служби (відділу) охорони праці.

125. Формою перевірки знань з питань охорони праці працівників є;

а) – тестування;

б) – залік;

в) – іспит;

г) – співбесіда;

д) – активний семінар.

126. Результат перевірки знань з питань охорони праці з робіт, визначених Переліком робіт з підвищеною небезпекою, а також там, де є потреба у професійному доборі, для проведення яких потрібне спеціальне навчання і щорічна перевірка знань з питань охорони праці, до виконання яких допускається працівник, оформлюється:

- а) – протоколом засідання комісії з перевірки знань з питань охорони праці;
- б) – заліковою відомістю;
- в) – екзаменаційною відомістю;
- г) – записом у персональному посвідченні про навчання з питань охорони праці;
- д) – записом у особовій справі працівника.

127. Результат перевірки знань з питань охорони праці з робіт, визначених Переліком робіт з підвищеною небезпекою, а також там, де є потреба у професійному доборі, для проведення яких потрібне спеціальне навчання і щорічна перевірка знань з питань охорони праці, до виконання яких допускається працівник, не оформлюється:

- а) – протоколом засідання комісії з перевірки знань з питань охорони праці;
- б) – заліковою відомістю;
- в) – екзаменаційною відомістю;
- г) – записом у персональному посвідченні про навчання з питань охорони праці;
- д) – записом у особовій справі працівника.

128. Особам, які під час перевірки знань з охорони праці виявили задовільні результати, видається:

- а) – посвідчення про перевірку знань з питань охорони праці;
- б) – копія протоколу засідання комісії з перевірки знань з питань охорони праці;
- в) – копія залікової відомості;
- г) – копія екзаменаційної відомості;
- д) – виписка з особової справи працівника.

129. Особам, які під час перевірки знань з охорони праці виявили задовільні результати, не видається:

- а) – посвідчення про перевірку знань з питань охорони праці;
- б) – копія протоколу засідання комісії з перевірки знань з питань охорони праці;
- в) – копія залікової відомості;
- г) – копія екзаменаційної відомості;
- д) – виписка з особової справи працівника.

130. При незадовільних результатах перевірки знань з питань охорони праці працівники повинні пройти повторне навчання і повторну перевірку знань на протязі:

- а) – одного тижні;
- б) – одного місяця;
- в) – одного кварталу;
- г) – півроку;
- д) – одного року.

131. Працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці:

- а) – не допускаються до роботи;
- б) – допускаються до роботи з обмеженням функційних обов'язків;
- в) – допускаються до роботи на не повний робочий день;
- г) – допускаються до роботи зі зниженням посадового окладу, чи оплати праці.

132. Організаційне забезпечення роботи комісії з перевірки знань з питань охорони праці (організація проведення перевірки знань з питань охорони праці, оформлення, облік і зберігання протоколів перевірки знань, оформлення і облік посвідчень про перевірку знань з питань охорони праці) покладається на:

- а) – власника підприємства;
- б) – роботодавця;
- в) – суб'єкт господарської діяльності, яким проводилось навчання з питань охорони праці;
- г) – територіальне управління з нагляду за охороною .

133. Організаційне забезпечення роботи комісії з перевірки знань з питань охорони праці (організація проведення перевірки знань з питань охорони праці, оформлення, облік і зберігання протоколів перевірки знань, оформлення і облік посвідчень про перевірку знань з питань охорони праці) не покладається на:

- а) – власника підприємства;
- б) – роботодавця;
- в) – суб'єкт господарської діяльності, яким проводилось навчання з питань охорони праці;
- г) – територіальне управління з нагляду за охороною .

134. Термін зберігання протоколів перевірки знань з питань охорони праці не менше:

- а) – 1 року;
- б) – 2 років;
- в) – 3 років;
- г) – 5 років.

135. Відповідальність за організацію і здійснення інструктажів, навчання та перевірки знань працівників з питань охорони праці покладається на:

- а) – власника підприємства;
- б) – роботодавця;
- в) – суб'єкт господарської діяльності, яким проводилось навчання з питань охорони праці;

г)○ – територіальне управління з нагляду за охороною.

136. Відповідальність за організацію і здійснення інструктажів, навчання та перевірки знань працівників з питань охорони праці не покладається на:

а)□ – власника підприємства;

б)□ – роботодавця;

в)□ – суб'єкт господарської діяльності, яким проводилось навчання з питань охорони праці;

г)□ – територіальне управління з нагляду за охороною.

137. Посадові особи та інші працівники, зайняті на роботах, зазначених у Переліку робіт з підвищеною небезпекою та Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі, проходять:

а)○ – щорічне спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці;

б)○ – щорічне навчання і перевірку знань нормативно-правових актів з охорони праці;

в)○ – щоденний цільовий інструктаж;

г)○ – щомісячне спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

138. Посадові особи та інші працівники, зайняті на роботах, зазначених у Переліку робіт з підвищеною небезпекою та Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі, не проходять:

а)□ – щорічне спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці;

б)□ – щорічне навчання і перевірку знань нормативно-правових актів з охорони праці;

в)□ – щоденний цільовий інструктаж;

г)□ – щомісячне спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

139. Спеціальне навчання з питань охорони праці може проводитись:

а)□ – безпосередньо на підприємстві;

б)□ – вищими навчальними закладами;

в)□ – суб'єктом господарської діяльності, який отримав в установленому порядку відповідний дозвіл;

г)□ – територіальним управлінням з нагляду за охороною.

140. Спеціальне навчання з питань охорони праці не може проводитись:

а)○ – безпосередньо на підприємстві;

б)○ – суб'єктом господарської діяльності, який отримав в установленому порядку відповідний дозвіл;

в)○ – територіальним управлінням з нагляду за охороною.

141. Спеціальне навчання з питань охорони праці не може проводитись:

а)○ – безпосередньо на підприємстві;

б)○ – вищими навчальними закладами;

в)○ – суб'єктом господарської діяльності, який отримав в установленому

порядку відповідний дозвіл.

142. У разі здійснення професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації безпосередньо на підприємстві спеціальне навчання з питань охорони праці є:

- а) – складовою зазначеної професійної підготовки;
- б) – складовою зазначеної спеціальної підготовки;
- в) – складовою загальної професійної підготовки
- г) – складовою загального розширення кругозору.

143. У разі здійснення професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації безпосередньо на підприємстві спеціальне навчання з питань охорони праці не є:

- а) – складовою зазначеної професійної підготовки;
- б) – складовою зазначеної спеціальної підготовки;
- в) – складовою загальної професійної підготовки
- г) – складовою загального розширення кругозору.

144. Перевірка знань з питань охорони праці після проведення спеціального навчання проводиться:

- а) – керівником підприємства;
- б) – головним інженером підприємства;
- в) – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства;
- г) – керівником структурного підрозділу;
- д) – комісією з перевірки знань з питань охорони праці підприємства.

145. Перевірка знань з питань охорони праці після проведення спеціального навчання не проводиться:

- а) – керівником підприємства;
- б) – головним інженером підприємства;
- в) – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства;
- г) – керівником структурного підрозділу;
- д) – комісією з перевірки знань з питань охорони праці підприємства.

146. У разі неможливості створити комісію з перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві перевірка знань проводиться:

- а) – керівником підприємства;
- б) – головним інженером підприємства;
- в) – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства;
- г) – комісією спорідненого підприємства;
- д) – комісією територіального управління спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

147. У разі неможливості створити комісію з перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві перевірка знань не проводиться:

- а) – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства;
- б) – комісією спорідненого підприємства;
- в) – комісією територіального управління спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

148. У разі неможливості створити комісію з перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві перевірка знань не проводиться:

а) – керівником підприємства;

б) – комісією спорідненого підприємства;

в) – комісією територіального управління спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

149. У разі неможливості створити комісію з перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві перевірка знань не проводиться:

а) – головним інженером підприємства;

б) – комісією спорідненого підприємства;

в) – комісією територіального управління спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

150. У Головному навчально-методичному центрі Держпраці проходять навчання:

а) – перші заступники та заступники міністрів;

б) – керівників інших центральних органів виконавчої влади;

в) – заступники керівників обласних та міських державних адміністрацій;

г) – керівники об'єднань підприємств;

д) – керівники підприємств (чисельністю понад 1000 працівників);

е) – керівники та фахівці служб охорони праці, члени комісій з перевірки знань з питань охорони праці підприємств;

ж) – технічні експерти з промислової безпеки;

з) – керівники та викладачі кафедр охорони праці вищих навчальних закладів;

и) – викладачі охорони праці професійно-технічних навчальних закладів.

151. У Головному навчально-методичному центрі Держпраці не проходять навчання:

а) – перші заступники та заступники міністрів;

б) – керівників інших центральних органів виконавчої влади;

в) – заступники керівників обласних та міських державних адміністрацій;

г) – керівники об'єднань підприємств;

д) – керівники підприємств (чисельністю понад 1000 працівників);

е) – керівники та фахівці служб охорони праці, члени комісій з перевірки знань з питань охорони праці підприємств;

ж) – технічні експерти з промислової безпеки;

з) – керівники та викладачі кафедр охорони праці вищих навчальних закладів;

и) – викладачі охорони праці професійно-технічних навчальних закладів.

152. Посадові особи районних державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, функціональні обов'язки яких пов'язані із

забезпеченням охорони праці; спеціалісти науково-дослідних, конструкторських, проектних і технологічних відділів, які займаються проведенням експертизи проектно-конструкторської документації, на яку поширюються вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, а також ті, які виконують розробки з питань охорони праці; керівники підприємств чисельністю менше 1000 працівників, керівники та спеціалісти служб охорони праці, члени комісій з перевірки знань з питань охорони праці підприємств проходять навчання з питань охорони праці у:

а) – Головному навчально-методичному центрі Держпраці;

б) – галузевих навчальних центрах Держпраці;

в) – вищих навчальних закладах;

г) – територіальному управлінні з нагляду за охороною;

д) – навчальних закладах та установах, які отримали відповідний дозвіл на навчання з питань охорони праці.

153. Посадові особи районних державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, функціональні обов'язки яких пов'язані із забезпеченням охорони праці; спеціалісти науково-дослідних, конструкторських, проектних і технологічних відділів, які займаються проведенням експертизи проектно-конструкторської документації, на яку поширюються вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, а також ті, які виконують розробки з питань охорони праці; керівники підприємств чисельністю менше 1000 працівників, керівники та спеціалісти служб охорони праці, члени комісій з перевірки знань з питань охорони праці підприємств не проходять навчання з питань охорони праці у:

а) – Головному навчально-методичному центрі Держпраці;

б) – галузевих навчальних центрах Держпраці;

в) – навчальних закладах та установах, які отримали відповідний дозвіл на навчання з питань охорони праці.

154. Посадові особи районних державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, функціональні обов'язки яких пов'язані із забезпеченням охорони праці; спеціалісти науково-дослідних, конструкторських, проектних і технологічних відділів, які займаються проведенням експертизи проектно-конструкторської документації, на яку поширюються вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, а також ті, які виконують розробки з питань охорони праці; керівники підприємств чисельністю менше 1000 працівників, керівники та спеціалісти служб охорони праці, члени комісій з перевірки знань з питань охорони праці підприємств не проходять навчання з питань охорони праці у:

а) – галузевих навчальних центрах Держпраці;

б) – вищих навчальних закладах;

в) – навчальних закладах та установах, які отримали відповідний дозвіл на навчання з питань охорони праці.

155. Посадові особи районних державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, функціональні обов'язки яких пов'язані із

забезпеченням охорони праці; спеціалісти науково-дослідних, конструкторських, проектних і технологічних відділів, які займаються проведенням експертизи проектно-конструкторської документації, на яку поширюються вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, а також ті, які виконують розробки з питань охорони праці; керівники підприємств чисельністю менше 1000 працівників, керівники та спеціалісти служб охорони праці, члени комісій з перевірки знань з питань охорони праці підприємств не проходять навчання з питань охорони праці у:

- а)○ – галузевих навчальних центрах Держпраці;
- б)○ – територіальному управлінні з нагляду за охороною;
- в)○ – навчальних закладах та установах, які отримали відповідний дозвіл

на навчання з питань охорони праці.

156. Посадові особи малих підприємств, де немає можливості провести навчання безпосередньо на підприємстві та створити комісію з перевірки знань з питань охорони праці, проходять навчання у:

- а)○ – Головному навчально-методичному центрі Держпраці;
- б)○ – галузевих навчальних центрах Держпраці;
- в)○ – навчальних закладах та установах, які отримали відповідний дозвіл

на навчання з питань охорони праці.

157. Перевірка знань з питань охорони праці посадових осіб малих підприємств, де немає можливості провести навчання безпосередньо на підприємстві, проводиться комісією, створеною:

- а)□ – Головним навчально-методичному центром Держпраці;
- б)□ – галузевим навчальним центром Держпраці;
- в)□ – місцевим органом виконавчої влади;
- г)□ – територіальним управлінням спеціально вповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці;
- д)□ – профспілками відповідної галузі.

158. Особи, відповідальні за технічний стан і безпечну експлуатацію машин, механізмів, обладнання підвищеної небезпеки та посадові особи, під час навчання, проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці в обсязі виконуваної ними роботи у тому випадку, якщо їх службові обов'язки яких пов'язані з:

- а)□ – керівництвом та контролем за виконанням робіт з підвищеною небезпекою;
- б)□ – будівництвом, експлуатацією, реконструкцією, технічним переоснащенням, консервацією та ліквідацією об'єктів підвищеної небезпеки;
- в)□ – розробкою проектів, технологічних регламентів та іншої технічної документації для робіт підвищеної небезпеки;
- г)□ – підготовкою персоналу для обслуговування машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки;
- д)□ – розробкою нормативно-правових актів з питань виготовлення, монтажу та експлуатації машин, механізмів, устаткування підвищеної

небезпеки та об'єктів підвищеної небезпеки,

159. Позачергове навчання і перевірка знань посадових осіб, а також фахівців з питань охорони праці проводяться при:

а) – переведенні працівника на іншу роботу;

б) – призначенні його на іншу посаду, що потребує додаткових знань з питань охорони праці;

в) – якщо на підприємстві стався нещасний випадок (професійне отруєння) груповий або із смертельним наслідком;

г) – наявності власного бажання;

д) – виданні розпорядження безпосереднього керівника.

160. Позачергове навчання і перевірка знань посадових осіб, а також фахівців з питань охорони праці не проводяться при:

а) – переведенні працівника на іншу роботу;

б) – призначенні його на іншу посаду, що потребує додаткових знань з питань охорони праці;

в) – якщо на підприємстві стався нещасний випадок (професійне отруєння) груповий або із смертельним наслідком;

г) – виданні розпорядження безпосереднього керівника.

161. Позачергове навчання і перевірка знань посадових осіб, а також фахівців з питань охорони праці не проводяться при:

а) – переведенні працівника на іншу роботу;

б) – призначенні його на іншу посаду, що потребує додаткових знань з питань охорони праці;

в) – якщо на підприємстві стався нещасний випадок (професійне отруєння) груповий або із смертельним наслідком;

г) – наявності власного бажання.

162. За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на:

а) – вступний;

б) – первинний;

в) – періодичний;

г) – повторний;

д) – позаплановий;

е) – цільовий.

163. За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці не поділяються на:

а) – вступний;

б) – первинний;

в) – періодичний;

г) – повторний;

д) – позаплановий;

е) – цільовий.

164. Працівники, під час прийняття на роботу та періодично, повинні

проходити на підприємстві інструктажі:

а) – з питань охорони праці;

б) – надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків;

в) – з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій;

г) – з правил поведінки та дій при виникненні пожеж і стихійних лих;

д) – з правил дорожнього руху.

165. Працівники, під час прийняття на роботу та періодично, не повинні проходити на підприємстві інструктажі:

а) – з питань охорони праці;

б) – надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків;

в) – з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій;

г) – з правил поведінки та дій при виникненні пожеж і стихійних лих;

д) – з правил дорожнього руху.

166. Вступний інструктаж з питань охорони праці проводиться:

а) – з усіма працівниками, яких приймають на постійну або тимчасову роботу, незалежно від освіти, стажу роботи на посаді;

б) – з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть участь у виробничому процесі;

в) – з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;

г) – у разі екскурсії на підприємство;

д) – при зміні технологічного процесу або модернізації устаткування.

167. Вступний інструктаж з питань охорони праці не водиться:

а) – з усіма працівниками, яких приймають на постійну або тимчасову роботу, незалежно від освіти, стажу роботи на посаді;

б) – з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть участь у виробничому процесі;

в) – з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;

г) – у разі екскурсії на підприємство;

д) – при зміні технологічного процесу або модернізації устаткування.

168. Первинний інструктаж з питань охорони праці проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

а) – у разі екскурсії на підприємство;

б) – новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство;

в) – який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;

г) – який буде виконувати нову роботу;

д) – з відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

169. Первинний інструктаж з питань охорони праці не водиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

- а) – у разі екскурсії на підприємство;
- б) – новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство;
- в) – який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;
- г) – який буде виконувати нову роботу;
- д) – з відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

170. Первинний інструктаж проводиться з учнями та студентами закладів освіти:

- а) – до початку трудового або професійного навчання;
- б) – перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів;
- в) – на початку вивчення кожного нового предмета (розділу, теми) навчального плану (програми);
- г) – при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці.

171. Первинний інструктаж не проводиться з учнями та студентами закладів освіти:

- а) – до початку трудового або професійного навчання;
- б) – перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів;
- в) – на початку вивчення кожного нового предмета (розділу, теми) навчального плану (програми).

172. Первинний інструктаж не проводиться з учнями та студентами закладів освіти:

- а) – до початку трудового або професійного навчання;
- б) – перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів;
- в) – при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці.

173. Повторний інструктаж з питань охорони праці проводиться з працівниками на роботах з підвищеною небезпекою в термін:

- а) – один раз на тиждень;
- б) – один раз на місяць;
- в) – один раз на три місяця;
- г) – один раз на шість місяців;
- д) – один раз на рік.

174. Повторний інструктаж з питань охорони праці проводиться з працівниками на усіх роботах крім робіт з підвищеною небезпекою в термін:

- а) – один раз на тиждень;
- б) – один раз на місяць;
- в) – один раз на три місяця;
- г) – один раз на шість місяців;
- д) – один раз на рік.

175. Позаплановий інструктаж з питань охорони праці проводиться з

працівниками:

- а) – при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень в них;
- б) – при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, що впливають на стан охорони праці;
- в) – при порушенні працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- г) – при виявленні представниками державного нагляду незнання вимог безпеки при виконанні робіт;
- д) – при перерві в роботі більш ніж на 60 календарних днів;
- е) – при переведенні з одного місця роботи на нове в межах підприємства.

176. Позаплановий інструктаж з питань охорони праці не проводиться з працівниками:

- а) – при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень в них;
- б) – при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, що впливають на стан охорони праці;
- в) – при порушенні працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- г) – при перерві в роботі більш ніж на 60 календарних днів;
- д) – при переведенні з одного місця роботи на нове в межах підприємства.

177. Цільовий інструктаж з питань охорони праці проводиться з працівниками:

- а) – при виявленні представниками державного нагляду незнання вимог безпеки при виконанні робіт;
- б) – при виконанні разових робіт, непередбачених трудовою угодою;
- в) – при ліквідації аварій, стихійного лиха;
- г) – при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

178. Цільовий інструктаж з питань охорони праці не проводиться з працівниками:

- а) – при виявленні представниками державного нагляду незнання вимог безпеки при виконанні робіт;
- б) – при ліквідації аварій, стихійного лиха;
- г) – при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

179. Новоприйняті на підприємство працівники після первинного інструктажу на робочому місці до початку самостійної роботи повинні під керівництвом досвідчених, кваліфікованих працівників пройти стажування протягом не менше:

- а) – 1 – 3 змін;

- б) – 2 – 6 змін;
- в) – 4 – 8 змін;
- г) – 2 – 15 змін;
- д) – 10 – 15 змін.

180. Які категорії працівників до початку самостійної роботи повинні проходити дублювання з обов'язковим проходженням у цей період протиаварійних і протипожежних тренувань відповідно до плану ліквідації аварій?

а) – працівники, функціональні обов'язки яких пов'язані із забезпеченням безаварійної роботи об'єктів підвищеної небезпеки;

б) – працівники, функціональні обов'язки яких пов'язані з виконанням окремих робіт підвищеної небезпеки;

в) – усі інженерно-технічні працівники, що працюють на об'єктах підвищеної небезпеки;

г) – тільки керівний склад об'єктів підвищеної небезпеки.

181. Які категорії працівників до початку самостійної роботи не повинні проходити дублювання з обов'язковим проходженням у цей період протиаварійних і протипожежних тренувань відповідно до плану ліквідації аварій?

а) – працівники, функціональні обов'язки яких пов'язані із забезпеченням безаварійної роботи об'єктів підвищеної небезпеки;

б) – працівники, функціональні обов'язки яких пов'язані з виконанням окремих робіт підвищеної небезпеки;

в) – тільки керівний склад об'єктів підвищеної небезпеки.

182. Які категорії працівників до початку самостійної роботи не повинні проходити дублювання з обов'язковим проходженням у цей період протиаварійних і протипожежних тренувань відповідно до плану ліквідації аварій?

а) – працівники, функціональні обов'язки яких пов'язані із забезпеченням безаварійної роботи об'єктів підвищеної небезпеки;

б) – працівники, функціональні обов'язки яких пов'язані з виконанням окремих робіт підвищеної небезпеки;

в) – усі інженерно-технічні працівники, що працюють на об'єктах підвищеної небезпеки.

183. Допуск до стажування (дублювання) оформлюється:

а) – розпорядженням безпосереднього керівника;

б) – розпорядженням головного інженера;

в) – розпорядженням начальника служби (відділу) охорони праці;

г) – наказом.

184. Допуск до стажування (дублювання) не оформлюється:

а) – розпорядженням безпосереднього керівника;

б) – розпорядженням головного інженера;

в) – розпорядженням начальника служби (відділу) охорони праці;

г) – наказом.

185. У наказі про допуск до стажування (дублювання) визначається:

а) – тривалість стажування (дублювання) ;

б) – прізвище працівника, відповідального за проведення стажування (дублювання);

в) – прізвище працівника, який допускається до стажування (дублювання);

г) – ступінь адміністративного покарання у разі не належного проходження стажування (дублювання).

186. У наказі про допуск до стажування (дублювання) не визначається:

а) – тривалість стажування (дублювання) ;

б) – прізвище працівника, відповідального за проведення стажування (дублювання);

в) – прізвище працівника, який допускається до стажування (дублювання);

г) – ступінь адміністративного покарання у разі не належного проходження стажування (дублювання).

187. Перелік посад і професій працівників, які повинні проходити стажування (дублювання), а також тривалість стажування (дублювання) визначаються:

а) – Міністерством відповідної галузі відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

б) – Головним навчально-методичному центром Держпраці відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

в) – галузевим навчальним центром Держпраці відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

г) – керівником підприємства відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

д) – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці.

188. Перелік посад і професій працівників, які повинні проходити стажування (дублювання), а також тривалість стажування (дублювання) не визначаються:

а) – Міністерством відповідної галузі відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

б) – Головним навчально-методичному центром Держпраці відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

в) – галузевим навчальним центром Держпраці відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

г) – керівником підприємства відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

д) – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці.

189. Тривалість стажування (дублювання) залежить від:

- а) – віку працівника;
- б) – статі працівника;
- в) – стажу роботи працівника;
- г) – характеру роботи працівника;
- д) – кваліфікації працівника.

190. Тривалість стажування (дублювання) не залежить від:

- а) – віку працівника;
- б) – стажу роботи працівника;
- в) – характеру роботи працівника;
- г) – кваліфікації працівника.

191. Тривалість стажування (дублювання) не залежить від:

- а) – статі працівника;
- б) – стажу роботи працівника;
- в) – характеру роботи працівника;
- г) – кваліфікації працівника.

192. Кому надається право своїм наказом звільняти від проходження стажування (дублювання) працівника?

- а) – Міністру (заступнику) відповідної галузі;
- б) – керівнику Головного навчально-методичного центру Держпраці;
- в) – керівнику галузевого навчального центру Держпраці;
- г) – роботодавцю;
- д) – начальнику служби (відділу) охорони праці підприємства.

193. Кому не надається право своїм наказом звільняти від проходження стажування (дублювання) працівника?

- а) – Міністру (заступнику) відповідної галузі;
- б) – керівнику Головного навчально-методичного центру Держпраці;
- в) – керівнику галузевого навчального центру Держпраці;
- г) – роботодавцю;
- д) – начальнику служби (відділу) охорони праці підприємства.

194. Роботодавцю надається право своїм наказом звільняти від проходження стажування (дублювання) працівника, який:

- а) – має стаж роботи за відповідною професією не менше 3 років;
- б) – або переводиться з одного підрозділу до іншого, де характер роботи та тип обладнання, на якому він працюватиме, не змінюються;
- в) – пройшов підвищення кваліфікації у Головному навчально-методичному центрі Держпраці;
- г) – пройшов підвищення кваліфікації у галузевому навчальному центрі Держпраці.

195. Стажування (дублювання) проводиться за програмами для конкретної професії, які розробляються:

- а) – Міністерством відповідної галузі відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;
- б) – Головним навчально-методичним центром Держпраці відповідно до

нормативно-правових актів з охорони праці;

в)○ – галузевим навчальним центром Держпраці відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

г)○ – на підприємстві відповідно до функціональних обов'язків працівника, і затверджуються керівником підприємства (структурного підрозділу).

д)○ – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці.

196. Стажування (дублювання) проводиться за програмами для конкретної професії, які не розробляються:

Міністерством відповідної галузі відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

б)□ – Головним навчально-методичним центром Держпраці відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

в)□ – галузевим навчальним центром Держпраці відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

г)□ – на підприємстві відповідно до функціональних обов'язків працівника, і затверджуються керівником підприємства (структурного підрозділу).

д)□ – начальником служби (відділу) охорони праці підприємства відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці.

197. Стажування (дублювання) проводиться:

а)□ – на робочих місцях свого підприємства;

б)□ – на робочих місцях іншого подібного за технологією підприємства;

в)□ – на тренажерах у головному навчально-методичному центрі Держпраці;

г)□ – на тренажерах у галузевому навчальному центрі Держпраці.

198. Стажування (дублювання) не проводиться:

а)○ – на робочих місцях свого підприємства;

б)○ – на робочих місцях іншого подібного за технологією підприємства;

в)○ – на тренажерах у галузевому навчальному центрі Держпраці.

199. Стажування (дублювання) не проводиться:

а)○ – на робочих місцях свого підприємства;

б)○ – на робочих місцях іншого подібного за технологією підприємства;

в)○ – на тренажерах у головному навчально-методичному центрі Держпраці.

200. У процесі стажування (дублювання) працівник повинен:

а)□ – закріпити знання щодо правил безпечної експлуатації технологічного обладнання, технологічних і посадових інструкцій та інструкцій з охорони праці;

б)□ – оволодіти навичками орієнтування у виробничих ситуаціях у нормальних і аварійних умовах;

в)□ – засвоїти в конкретних умовах технологічні процеси і обладнання та

методи безаварійного керування ними з метою забезпечення вимог безпеки праці.

1.5 Профілактика нещасних випадків на виробництві

Для покращення умов праці на виробництві завжди ставиться завдання – встановити причини й закономірності виникнення нещасних випадків і професійних захворювань. Цьому передують відхилення виробничого процесу від нормального ходу.

1.5.1 Причини виробничого травматизму

На сьогодні при аналізі виділяють наступні причини виробничого травматизму:

1. Організаційні:

- відсутність або незадовільне проведення інструктажів та навчання безпечним методам проведення робіт, відсутність проекту виконання робіт, керування й нагляду за роботою;
- незадовільний режим праці і відпочинку;
- невірна організація робочого місця, руху пішоходів і транспорту;
- відсутність, несправність або невідповідність умовам праці спеціального одягу, індивідуальних засобів захисту тощо.

2. Технічні причини – розділяють на три види:

а) конструкторські – невідповідність будівельних конструкцій, технологічного обладнання, транспортних та енергетичних приладів вимогам безпеки; недосконалість конструкції монтажної оснастки, ручного і пересувного механізованого інструменту; відсутність або недосконалість огорожувальних запобіжників та інших засобів безпеки;

б) технологічні – невірний вибір обладнання, оснастки, вантажно-підйомних механізмів і засобів механізації; порушення технологічних процесів;

в) незадовільне технічне обслуговування – відсутність планових профілактичних оглядів, технічної профілактики і ремонтів обладнання, оснастки і транспортних засобів; несправність ручного і пересувного механізованого інструменту.

3. *Санітарно-гігієнічні* причини (причини незадовільного стану виробничого середовища) – несприятливі метеорологічні умови; незадовільна освітленість; підвищений рівень шуму і вібрації; підвищена концентрація небезпечних речовин у робочій зоні; наявність шкідливого опромінення тощо.

4. *Психофізіологічні* причини – невідповідність анатомоморфологічних і психологічних особливостей організму людини умовам праці; незадовільний психологічний клімат у колективі; алкогольне сп'яніння тощо.

1.5.2 Методи аналізу виробничого травматизму

При проведенні аналізу виробничого травматизму, з метою встановлення й усунення причин, що його викликали, застосовують різні методи:

– *топографічний* складається з вивчення причин нещасних випадків за місцем, де вони сталися. Усі нещасні випадки, що сталися, мають бути нанесені умовними позначками на плани виконання робіт, внаслідок чого наочно видно місця і виробничі ділянки, де сталися травми;

– *статистичний* базується на вивченні причин травматизму за документами, в яких зареєстровано факти нещасних випадків, що сталися (акти за формою Н-1) за певний період часу. Цей метод дозволяє отримати порівняльну динаміку травматизму на окремих виробничих об'єктах. Поглиблений статистичний аналіз проводять за видами робіт, де аналізуються відомості про постраждалих (професія, стаж роботи, стать, вік тощо) і дані про час події (рік, місяць, день тижня, час робочого дня тощо);

– *груповий* базується на вивченні нещасних випадків, що повторюються, незалежно від важкості ушкоджень. Отриманий матеріал розслідування розподіляється за групами, з метою виявлення нещасних випадків, однакових за обставинами, що сталися за однакових умов, а також ті, що повторюються за характером ушкоджень. Це дозволяє визначити найбільш травмонебезпечні професії і види робіт;

монографічний містить детальне дослідження усього комплексу виробничих умов, за яких стався нещасний випадок: виробничий і технологічний процеси, робоче місце, основне і допоміжне обладнання, індивідуальні засоби захисту, загальні умови виробничої обстановки тощо.

1.5.3 Кількісна оцінка виробничого травматизму

Для оцінки рівня виробничого травматизму використовують ряд показників.

Коефіцієнт частоти травматизму $K_{\text{ч}}$ – кількість нещасних випадків, яка припадає на 1000 працюючих за визначений період:

$$K_{\text{ч}} = 1000 \frac{N}{P}, \quad (1.14)$$

де N – кількість нещасних випадків, які сталися на підприємстві, за період, що розглядається;
 P – середньосписковий склад працівників підприємства за період, що розглядається.

Коефіцієнт важкості травматизму $K_{\text{т}}$ являє собою середню тривалість тимчасової непрацездатності, яка припадає на один нещасний випадок, що стався на виробництві:

$$K_{\text{т}} = \frac{\sum D}{N}, \quad (1.15)$$

де $\sum D$ – сумарна кількість днів непрацездатності через травматизм за період, що розглядається.

Коефіцієнт частоти нещасних випадків зі смертельними наслідками $K_{см}$ – є кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками, яка припадає на 1000 працюючих, і визначається як:

$$K_{см} = 1000 \frac{N_{см}}{P}, \quad (1.16)$$

де $N_{см}$ – кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками за період, що розглядається.

Приклад 1. Розрахувати коефіцієнти частоти і важкості травматизму для будівельної компанії чисельністю 800 людей, якщо за п'ять років її роботи трапилось 6 нещасних випадків із втратою тимчасової працездатності загальною тривалістю 72 доби.

Розв'язання.

Для визначення коефіцієнтів частоти і важкості травматизму в компанії застосуємо формули (1.14) і (1.15):

$$K_{ч} = 1000 \frac{6}{800} = 7,5;$$

$$K_{т} = \frac{72}{6} = 12.$$

1.5.4 Методи аналізу ризиків

Ризик – кількісна оцінка небезпеки, яка визначається як відношення кількості тих або інших несприятливих наслідків до їх можливої кількості за період, що розглядається.

Для виробничої діяльності поняття ризику виробничого травматизму застосовується як показник безпеки. Він визначає фактичну міру ймовірності завдання шкоди здоров'ю або загибелі працюючого внаслідок дії на нього небезпечних виробничих факторів при виконанні своїх виробничих обов'язків. Ризик виробничого травматизму найчастіше визначається кваліфікацією й обізнаністю працівників щодо дій у небезпечних ситуаціях та їх захищеністю. При аналізі значення ризику не визначається для кожного працівника окремо. Це значення може бути визначене для групи людей, які перебувають у небезпечних умовах однаковий період, наприклад, для бригади монтажників тощо.

Значення ризику R можна визначити як очікуване значення шкоди n , яка сталася за термін Δt , віднесене до групи людей чисельністю P :

$$R = \frac{n}{\Delta\tau \cdot P}. \quad (1.17)$$

Поняття ризик завжди містить у собі два елементи: частоту, з якою відбуваються небезпечні події, і наслідки небезпечної події.

Оцінка ризику складається з аналізу частоти, аналізу наслідків та їх поєднання. Тому аналіз ризику доцільно розглядати як частину системного підходу до прийняття рішення і практичних заходів у вирішенні завдань із попередження або зменшення небезпеки для життя людини, захворювань або травм, втрати майна і шкоди довкіллю.

Аналіз виробничого ризику рекомендується проводити за наступною схемою:

- планування й організація робіт;
- ідентифікація небезпек;
- оцінка ризику;
- розробка заходів зі зменшення ризику.

При плануванні й організації робіт описуються причини і проблеми, які викликали потребу у проведенні аналізу ризику.

При ідентифікації небезпек основним завданням є виявлення (на основі інформації про безпеку об'єкта, результатів експертиз і досвіду роботи подібних систем) і чіткий опис усіх небезпек, які є характерними для системи.

Взагалі процес аналізу ризику може бути закінчено на етапі ідентифікації небезпек. Тільки якщо у цьому є потреба, після ідентифікації небезпек можна перейти до наступних етапів.

1.5.5 Методи ідентифікації небезпек

Ідентифікація небезпек може здійснюватися наступними основними методами:

- «що відбудеться, якщо ...?»;
- перевірконого листа;
- «дерева відмов»;
- «дерева подій»;
- еквівалентним.

Методи можна застосовувати кожен окремо або у доповненні один до одного. Якісні методи можуть включати кількісні критерії ризику. Повний кількісний аналіз ризику може включати усі наведені методи.

Методи «що відбудеться, якщо ...?» і перевірконого листа відносяться до групи якісних методів оцінки небезпек. Результатом цих методів є перелік питань і відповідей про відповідність об'єкта вимогам безпеки і розроблені заходи щодо забезпечення безпеки.

Аналіз причин нещасних випадків на виробництві показує, що їх виникнення, як правило, характеризується комбінацією випадкових локальних подій (несправності обладнання, людські помилки тощо). Для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між цими подіями використовують логіко-графічні методи «дерево відмов» і «дерево подій». При аналізі методом «дерева відмов» виявляються комбінації відмов обладнання, помилок персоналу, які







призвели до нещасного випадку на виробництві. Метод використовується для аналізу виникнення небезпечних ситуацій і розрахунку їх ймовірності (на основі знання ймовірності вихідних подій).

Для аналізу розвитку небезпечної ситуації використовується метод «дерева подій». За цим методом частота кожного сценарію розвитку нещасного випадку розраховується множенням частоти основної події на ймовірність кінцевої події.

Методи аналізу «дерев» є найбільш трудомісткими, застосовуються для аналізу проектів або модернізації складних технічних систем і виробництв і потребують високої кваліфікації виконавців. Тому розглянемо більш детально застосування методу «дерева відмов», який використовується на виробництві для визначення причин виникнення відмов обладнання.

Метод полягає у побудові й аналізі моделі, яка являє собою логіко-імовірнісну модель причинно-наслідкових зв'язків відмов виробу з відмовами його елементів та іншими подіями. Основний принцип побудови «дерева відмов» складається з послідовної постановки питань і надання відповідей, з яких причин може статися відмова виробу. Для наочно уявлення причинного взаємозв'язку за допомогою «дерева відмов» використовують логічні символи подій. Логічні символи пов'язують події відповідно до їх причинних взаємозв'язків. Позначення символів наведено у табл. 1.12, а символи подій – у табл. 1.13.

Таблиця 1.12 – Позначення логічних символів

Символ логічного знака	Назва логічного знака	Причинний взаємозв'язок
	«І»	Наслідкова подія відбувається, якщо усі вихідні події відбуваються одночасно
	«АБО»	Наслідкова подія відбувається, якщо відбувається будь-яка вихідна подія
	«ЗАБОРОНА»	Наявність входу викликає появу виходу тоді, коли відбувається умовна подія
	Пріоритетне «І»	Наслідкова подія має місце, якщо усі вихідні події відбуваються у потрібній послідовності зліва направо
	Виключне «АБО»	Наслідкова подія відбувається, якщо відбувається одна (але не обидві) з вихідних подій
	«m» з «n»	Наслідкова подія відбувається, якщо відбувається «m» з «n» вихідних подій

Схеми застосування символів логічних знаків і символів подій залежно від вихідних подій 1, 2, ..., n у схемах «дерева відмов» наведено на рис. 1.10 і 1.11.

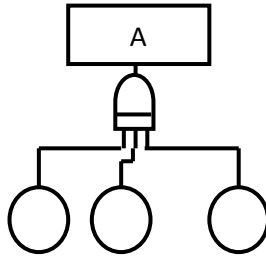


Рисунок 1.10 – Застосування логічного символу «І»

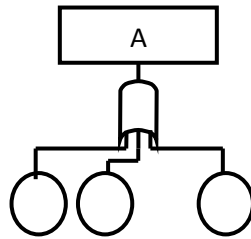


Рисунок 1.11 – Застосування логічного символу «АБО»

Приклад 2. Визначити ризик R загибелі людини у будівельному виробництві у нашій країні за 1 рік, якщо відомо, що щорічно у цій галузі гине 600 людей, а чисельність працюючих становить 700000 людей.

Розв'язання.

Для визначення ризику загибелі людини скористаємося формулою (1.17)




$$R = \frac{600}{1 \cdot 700000} = 8,6 \cdot 10^{-4}.$$

Таким чином, на 100000 працюючих у будівельній галузі за рік гине 86 працівників при виконанні своїх виробничих обов'язків, що відноситься до неприпустимого рівня ризику.

Таблиця 1.13 – Позначення символів подій

Символ події	Зміст події
	Вихідна подія, яка забезпечена достатніми вихідними даними
	Подію недостатньо детально розроблено
	Подія, яка вводиться логічним елементом

Закінчення таблиці 1.13.

	Умовна подія, яка використовується з логічним знаком «заборона»
	Подія, яка може статися або не статися
	Символ переходу

Приклад 3. Із застосуванням методу «дерево відмов» оцінити імовірність відмови роботи металообробного верстата. Основним рухом верстата є різання, тобто обертання деталі і рух подачі різця.

Функціональна відмова може мати місце, якщо будуть реалізовані наведені нижче прогнозовані причинно-наслідкові ланцюги, які викличуть зупинку верстата:

- відмова електродвигуна;
- відмова кінцевого вимикача;
- коротке замкнення кабелю на землю;
- відмова запобіжника;
- коротке замкнення електричного дроту на корпус;
- відмова насоса;
- відмова пружини запобіжного клапана;
- відмова дроселя;
- відмова зворотного клапана;
- відмова запобіжного клапана;
- втрата герметичності у мастилопроводі;
- відмова муфти головного двигуна;
- відмова муфти першого вала коробки швидкості;
- відмова зубчатих коліс коробки швидкості;
- відмова обмежника пересувних зубчатих коліс коробки швидкості – зупинка верстата;
- відмова шестерні коробки передач;
- відмова муфти зчеплення шестерень коробки передач.

Розв'язання.

Відмова верстата може статися через функціональну відмову, внаслідок раптової відмови блоків, вузлів, деталей верстата, або через параметричну відмову, яка відбувається, коли буде вичерпана технологічна надійність.

На основі наших міркувань побудуємо «дерево відмов» металообробного верстата, як показано на рис. 1.12.

На рис. 1.12 позначено:

- 1 – відмова електродвигуна;

- 2 – відмова кінцевого вимикача;
- 3 – коротке замкнення кабелю на землю;
- 4 – відмова запобіжника;
- 5 – коротке замкнення електричного дроту на корпус;
- 6 – відмова насоса;
- 7 – відмова пружини запобіжного клапана;
- 8 – відмова дроселя;
- 9 – відмова зворотного клапана;
- 10 – відмова запобіжного клапана;
- 11 – втрата герметичності у мастилопроводі;
- 12 – відмова муфти головного двигуна;
- 13 – відмова муфти першого вала коробки швидкості;
- 14 – відмова зубчатих коліс коробки швидкості;
- 15 – відмова обмежника пересувних зубчатих коліс коробки швидкості – зупинка верстата;
- 16 – відмова шестерні коробки передач;
- 17 – відмова муфти зчеплення шестерень коробки передач.

1.5.6 Основні показники небезпеки та ризику на виробництві

Нещасні випадки на виробництві (професійні захворювання не розглядаються) залежно від наслідків прийнято класифікувати наступним чином:

- нещасні випадки зі смертельними наслідками;
- зі стійкою втратою працездатності;
- із тимчасовою втратою працездатності;
- з наданням тільки першої допомоги без втрати працездатності.

Ступень небезпек і ризику для персоналу оцінюють кількістю факторів небезпеки або наслідками нещасних випадків з їх взаємозв'язком із загальними виробничими показниками. Найбільш часто використовують наступні показники.

Частота нещасних випадків (коефіцієнт частоти травматизму) $K_{\text{ч}}$ на 1000 працівників за певний період часу (частіше за 1 рік, у страхових організаціях, як правило, за 3-5 років) розраховується за формулою (1.14).

Коефіцієнт частоти нещасних випадків зі смертельними наслідками $K_{\text{см}}$ розраховують за формулою (1.16).

Частоту нещасних випадків на 1 млн. ефективних годин роботи визначають як:

$$H_{\text{ч}} = 10^6 \frac{N}{\tau_{\text{ч}}}, \quad (1.18)$$

- де $\tau_{\text{ч}}$ – ефективний робочий час з урахуванням роботи повністю і частково зайнятих працівників, год.

Потенціал небезпеки травмування робітників Π_T можна визначити за формулою:

$$\Pi_T = \frac{\tau_D}{P}, \quad (1.19)$$

де τ_D – загальна кількість днів непрацездатності за усіма нещасними випадками з різними наслідками за певний період часу;

P – чисельність працюючих.

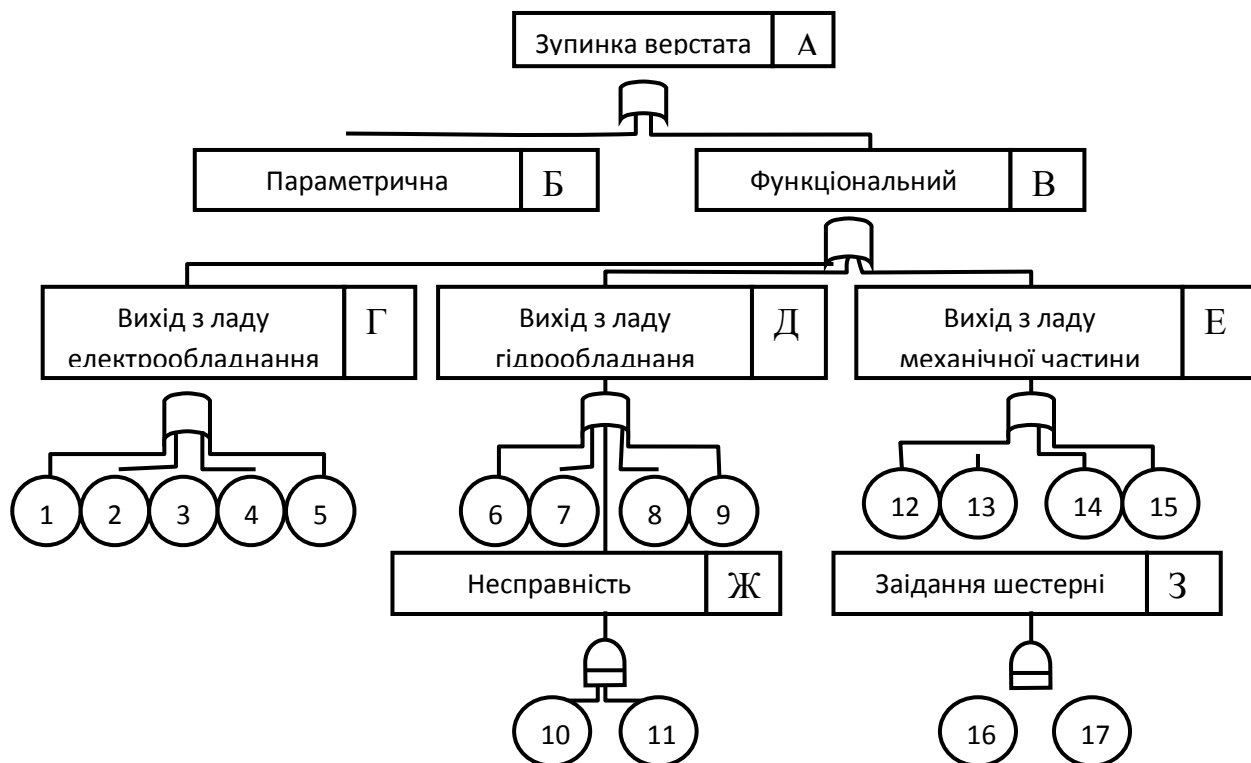


Рисунок 1.12 – «Дерево відмов» для металообробного верстата

Для розрахунку коефіцієнта важкості травматизму використовують формулу (1.15).

Коефіцієнт зараження небезпеки (загрози небезпеки) травмування працівників

$$K_0 = \frac{\tau_D}{\Delta\tau_D}, \quad (1.20)$$

де $\Delta\tau_D$ – ефективний робочий час з урахуванням роботи повністю і частково зайнятих працівників, днів.

Або у перерахунку на 1 млн. годин ефективного робочого часу

$$K_o = 10^6 \frac{\tau_d}{\tau_{\text{ч}}}, \quad (1.21)$$

Середній робочий час (за рік або за інший визначений для аналізу інтервал часу) на одного працівника становить

$$\tau_{\text{CP}} = \frac{\tau_{\text{ЕД}}}{P} \text{ або } \tau_{\text{CP}} = \frac{\tau_{\text{ЕГ}}}{P}, \quad (1.22)$$

де $\tau_{\text{ЕД}}$ і $\tau_{\text{ЕГ}}$ – ефективний робочий час за визначений для аналізу період часу, дні та години.

Клас небезпеки робіт

$$K_{\text{оп}} = 1000 \frac{\sum B}{\sum \text{ЗП}}, \quad (1.23)$$

де $\sum B$ і $\sum \text{ЗП}$ – сумарні виплати потерпілим при нещасних випадках, грн., і сумарна заробітна платня усіх застрахованих працівників, грн., за визначений період часу.

Значення ризику R виробничого травматизму можна розрахувати за формулою (1.17).

Приклад 4. Розрахувати основні показники небезпеки і ризику виробничого травматизму для монтажних робіт за п'ятирічний період роботи підприємства за наступних показників: кількість нещасних випадків на виробництві за 5 років становить 7, в тому числі 2 нещасних випадки зі смертельними наслідками; кількість днів непрацездатності без урахування смертельних наслідків склала 84; чисельність працівників – 270; заробітна платня усіх застрахованих робітників за 5 років становить 3402000 грн.; середньоденна заробітна платня монтажника – 150 грн.

Розв'язання.

Позначимо вихідні дані відповідними показниками: $N = 7$; $N_{\text{см}} = 2$; $\tau_d = 84$ дні; $P = 270$ осіб; $\text{ЗП}_l = 150$ грн., $\sum \text{ЗП} = 3402000$ грн.

Для визначення основних показників небезпеки і ризику при проведенні монтажних робіт скористаємося наведеними вище формулами.

Коефіцієнт частоти $K_{\text{ч}}$ без урахування нещасних випадків зі смертельними наслідками за 5 років (формула (1.14)):

$$K_{\text{ч}} = 1000 \frac{7}{270} = 25,9.$$

Коефіцієнт частоти нещасних випадків зі смертельними наслідками $K_{\text{см}}$ за 5 років (формула 1.16):

$$K_{CM} = 1000 \frac{2}{270} = 7,4.$$

Потенціал небезпеки травмування працівників без урахування P_T (формула 1.19) і з урахуванням нещасних випадків зі смертельними наслідками $P_{T,CM}$:

$$P_T = \frac{84}{270} = 0,3; \quad P_{T,CM} = \frac{7500 \cdot N_{CM} + \tau_D}{P} = \frac{7500 \cdot 2 + 84}{270} = 55,9,$$

де наслідки нещасних випадків зі смертельними наслідками, відповідно до рекомендацій Міжнародної організації праці (МОП), умовно прирівняні до 7500 днів втрати працездатності.

Коефіцієнт важкості травматизму K_T розраховується за формулою (1.15):

$$K_T = \frac{84}{7} = 12.$$

Коефіцієнт важкості травматизму $K_{T,CM}$ працівників при смертельних наслідках:

$$K_{T,CM} = \frac{7500 \cdot N_{CM} + \tau_D}{N} = \frac{7500 \cdot 2 + 84}{7} = 2155.$$

Клас небезпечності робіт (формула 1.23):

$$K_{OP} = 1000 \frac{12600}{3402000} = 3,7,$$

де сума виплат потерпілим становить:

$$\sum B = 3P_1 \cdot \tau_D = 150 \cdot 84 = 12600 \text{ грн.}$$

Ризик виробничого травматизму R і ризик травматизму зі смертельними наслідками R_{CM} розраховують за формулою (1.17):

$$R = \frac{7}{5 \cdot 270} = 5,18 \cdot 10^{-3}; \quad R_{CM} = \frac{2}{5 \cdot 270} = 1,48 \cdot 10^{-3},$$

де $\Delta\tau = 5$ років.

Практичне завдання 1. Розрахувати основні показники небезпечності ризику виробничого травматизму ($K_{\text{ч}}$, K_{CM} , P_T , $P_{T,CM}$, K_T , $K_{T,CM}$, K_{OP} , $\sum B$, R , R_{CM}) для монтажних робіт за п'ятирічний термін роботи підприємства за наступних

показників: кількість нещасних випадків на виробництві за 5 років становить N , у тому числі $N_{см}$ – нещасні випадки зі смертельними наслідками; кількість днів непрацездатності без урахування смертельних випадків становить τ_d ; чисельність працівників – P ; заробітна платня усіх застрахованих працівників за 5 років становить $\sum ЗП$ грн.; середньоденна заробітна платня монтажника – 150 грн. (Наслідки НВ зі смертю, відповідно до рекомендацій МОП, умовно дорівнюють 7500 днів втрати працездатності). (Значення вихідних показників дивись у табл. 1.14).

Таблиця 1.14 – Варіанти завдань

№ варіанта	Кількість НВ N	Кількість НВ зі смертю $N_{см}$	Кількість днів непрацездатності τ_d	Чисельність працівників P	$\sum ЗП$, тис. грн	Середньоденна $ЗП_1$, грн
1	2	3	4	5	6	7
1	8	3	120	375	4725	150
2	10	4	168	410	5166	150
3	12	5	188	530	6678	150
4	6	2	88	260	3267	150
5	7	3	121	380	4788	150
6	9	4	191	444	5594,4	150
7	11	5	201	520	6552	150
8	14	3	331	528	6652,8	150
9	7	2	88	260	3267	150
10	8	3	121	380	4788	150
11	10	4	191	444	5594,4	150
12	12	5	201	520	6552	150
13	7	2	84	270	3402	150
14	8	3	120	375	4725	150
15	10	4	168	410	5166	150
16	12	5	188	530	6678	150
17	6	2	88	260	3267	150
18	7	3	121	380	4788	150
19	9	4	191	444	5594,4	150
20	11	5	201	520	6552	150

Практичне завдання 2. За наведеними у таблиці даними виробничого травматизму підприємства за два роки розрахуйте основні показники статистичного методу аналізу травматизму. Проведіть їх співставлення, на основі чого зробіть висновок щодо покращення (погіршення) стану охорони праці на підприємстві.

За допомогою наведеної вище інформації щодо показників травматизму, надайте пропозиції щодо корегування показників статистичного методу аналізу травматизму для підвищення їх достовірності при оцінці рівня травматизму на підприємстві.

Рік	2017	2018
Кількість працюючих	500	500
Кількість нещасних випадків	3	3
з них смертельних	0	1
Кількість днів непрацездатності по кожному НВ	25	25
	35	35
	30	-
K_u		
K_g		
K_n		

2 ОСНОВИ ФІЗІОЛОГІЇ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ

2.1 Повітря робочої зони

2.1.1 Визначення параметрів мікроклімату робочої зони в залежності від заданої категорії важкості робіт та періоду року

Санітарно-гігієнічне нормування умов мікроклімату здійснюється за ДСН 3.3.6.042-99, які встановлюють *оптимальні і допустимі* параметри мікроклімату залежно від *загальних енерговитрат організму* при виконанні робіт і *періоду року*.

За загальними енергозатратами організму на виконання робіт відповідно нормативу виділяють *три категорії робіт*:

а) *категорія I – легкі фізичні роботи* – поділяються:

- на *Ia* з витратами енергії до 140 Вт (до 120 Ккал/год), виконуються *сидячи і не потребують фізичного напруження*;

- на *Iб* з витратами енергії 141–175 Вт (121–150 Ккал/год), виконуються *сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням, та супроводжуються деяким фізичним напруженням*.

б) *категорія II – фізичні роботи середньої важкості* – поділяються:

- на *IIa* з витратами енергії 176–232 Вт (151–200 Ккал/год) *пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи, і потребують певного фізичного напруження*;

- на *IIб* з витратами енергії 232–290 Вт (201–250 Ккал/год), виконуються *стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням*.

в) *категорія III – важкі фізичні роботи* з витратами енергії 291–349 Вт (251–300 Ккал/год), *пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль*.

При санітарно-гігієнічному нормуванні умов виділяють *два періоду року*: *теплий (середньодобова температура зовнішнього середовища вище +10 °С) і холодний (середньодобова температура зовнішнього середовища не перевищує 10 °С)*.

Параметри мікроклімату нормуються для *робочої зони* – простору, обмеженого по висоті 2 м від рівня підлоги або майданчика, на якому знаходяться місця постійного або тимчасового перебування працівників.

Постійне робоче місце – місце, на якому той, що працює знаходиться більшу частину робочого часу (більше 50% або 2 ч і більше безперервно). Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, постійним робочим місцем вважається вся робоча зона.

Непостійне робоче місце – місце, на якому той, що працює знаходиться меншу частину робочого часу, тобто менше 50% або менше 2 ч безперервно.

У основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладена диференційована оцінка оптимальних і допустимих метеорологічних умов в робочій зоні залежно від категорії робіт по ступеню важкості і періоду року.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину

забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць. Показники температури повітря в робочій зоні по висоті та горизонталі на протязі робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт.

Користуючись табл. 2.1 і 2.2 визначити параметри мікроклімату в робочій зоні у відповідності з вихідними даними, приведеними в табл. 2.3.

В табл. 2.3 наведені вихідні дані для виконання самостійного завдання (номер варіанту співпадає з номером у списку журналу групи).

Таблиця 2.1 – Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99)

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період року	Легка Іа	22 – 24	40 – 60	не > 0,1
	Легка Іб	21 – 23	40 – 60	не > 0,1
	Середньої важкості Іа	19 – 21	40 – 60	не > 0,2
	Середньої важкості Іб	17 – 19	40 – 60	не > 0,2
	Важка ІІІ	16 – 18	40 – 60	не > 0,3
Теплий період року	Легка Іа	23 – 25	40 – 60	не > 0,1
	Легка Іб	22 – 24	40 – 60	не > 0,2
	Середньої важкості Іа	21 – 23	40 – 60	не > 0,3
	Середньої важкості Іб	20 – 22	40 – 60	не > 0,3
	Важка ІІІ	18 – 20	40 – 60	не > 0,4

Таблиця 2.2 – Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99)

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С				Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря м/с
		Верхня межа		Нижня межа			
		На робочих місцях					
		пост.	непост.	пост.	непост.		
Холодний період року	Легка Іа	25	26	21	18	75	не < 0,1
	Легка Іб	24	25	20	17	75	не < 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	не < 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	не < 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	не < 0,5
Теплий період року	Легка Іа	28	30	22	20	55	0,1 – 0,2
	Легка Іб	28	30	21	19	60	0,1 – 0,3
	Середньої важкості Іа	27	29	18	17	65	0,2 – 0,4
	Середньої важкості Іб	27	29	16	15	70	0,2 – 0,5
	Важка ІІІ	19	20	15	13	75	0,5 – 0,6

Таблиця 2.3 – Варіанти вихідних даних

№ з/п	Категорія робіт	Робочі місця	Період року	№ з/п	Категорія робіт	Робочі місця	Період року
1	Ia	пост.	Холодний	16	III	непост.	Теплий
2	Iб	пост.	Теплий	17	IIб	непост.	Теплий
3	IIa	непост.	Теплий	18	Ia	пост.	Холодний
4	IIб	непост.	Холодний	19	IIб	пост.	Теплий
5	III	непост.	Холодний	20	IIa	пост.	Теплий
6	III	непост.	Теплий	21	III	непост.	Холодний
7	IIб	пост.	Холодний	22	IIб	пост.	Холодний
8	Iб	пост.	Теплий	23	Iб	пост.	Холодний
9	IIa	пост.	Теплий	24	Ia	пост.	Теплий
10	III	непост.	Теплий	25	IIб	пост.	Теплий
11	IIб	непост.	Холодний	26	IIб	непост.	Холодний
12	Ia	пост.	Теплий	27	III	непост.	Холодний
13	IIб	непост.	Теплий	28	Iб	пост.	Теплий
14	IIa	пост.	Холодний	29	IIa	пост.	Теплий
15	III	непост.	Холодний	30	III	непост.	Холодний

Приклад 1.

Для категорії робіт Iб на постійних робочих місцях в теплий період року визначити оптимальні та допустимі параметри мікроклімату.

Відповідь.

Оптимальні параметри мікроклімату наступні:

Категорія роботи	T, °C	W, %	v, м/с
Легка Iб	22 – 24	40 – 60	не > 0,2

Допустимі параметри мікроклімату:

Категорія роботи	T, °C	W, %	v, м/с
Легка Iб	28 – 21	60	0,1 – 0,3

Таким чином, згідно з вимогами ДСН 3.3.6.042-99 на постійних місцях при виконанні роботи категорії Ia повинні виконуватися наступні умови:

Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату повинні знаходитися в межах:

Оптимальні

- температура 22 – 24 °C; вологість 40 – 60 %; швидкість руху повітря не повинна перебільшувати 0,2 м/с.

Допустимі:

- температура 21 – 28 °C; вологість 60 %; швидкість руху повітря повинна знаходитися в межах 0,1 – 0,3.

Практичне завдання. Із запропонованих робочих приміщень, які характеризуються нижче наведеними мікрокліматичними характеристиками (таблиця 2.4) та освітленості, проведіть первинний вибір приміщення для розміщення вашого підрозділу, приймаючи на увагу допустимі значення

показників температури повітря, відносної вологості, швидкості руху повітря, освітленості – 150–300 лк. Зробіть розрахунок коефіцієнтів наближення показників мікрокліматичних умов до нормативних значень та інтегрального показника відповідності показників мікрокліматичних умов нормативним значенням. Визначте, яке приміщення найбільш відповідає вимогам мікрокліматичних умов та запропонуйте заходи для приведення усіх показників до нормативних значень.

Таблиця 2.4 – Варіанти завдань

№ варіанту	Приміщення	Показники мікрокліматичних умов приміщень			
		Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	Освітленість, лк
1	№ 1	17	65	0,15	120
	№ 2	27	75	0,12	200
	№ 3	22	85	0,14	300
2	№ 1	26	75	0,11	310
	№ 2	16	65	0,12	130
	№ 3	19	67	0,13	230
3	№ 1	15	69	0,1	320
	№ 2	26	77	0,14	140
	№ 3	27	80	0,16	330
4	№ 1	22	79	0,12	320
	№ 2	15	66	0,13	110
	№ 3	26	77	0,14	330
5	№ 1	22	65	0,15	320
	№ 2	27	75	0,13	330
	№ 3	17	85	0,14	330
6	№ 1	26	77	0,13	130
	№ 2	26	65	0,14	130
	№ 3	29	67	0,15	130
7	№ 1	15	65	0,15	120
	№ 2	20	76	0,14	120
	№ 3	26	79	0,12	120
8	№ 1	18	70	0,17	340
	№ 2	26	65	0,15	330
	№ 3	15	78	0,13	230
9	№ 1	17	65	0,15	320
	№ 2	27	75	0,12	230
	№ 3	22	85	0,14	130
10	№ 1	26	75	0,11	310
	№ 2	16	65	0,12	130
	№ 3	19	67	0,13	230
11	№ 1	15	69	0,1	320
	№ 2	26	77	0,14	140
	№ 3	27	80	0,16	330
12	№ 1	22	79	0,12	320
	№ 2	15	66	0,13	110
	№ 3	26	77	0,14	330
13	№ 1	22	65	0,15	320
	№ 2	27	75	0,13	330
	№ 3	17	85	0,14	330

Закінчення таблиці 2.4

14	№ 1	26	77	0,13	130
	№ 2	26	65	0,14	130
	№ 3	29	67	0,15	130
15	№ 1	15	65	0,15	120
	№ 2	20	76	0,14	120
	№ 3	26	79	0,12	120

Коефіцієнти наближення показників мікрокліматичних умов до нормативних значень визначаються за формулою:

$$K_{ni} = 1 - \frac{|P_{факт} - P_{норм}|}{P_{норм}}, \quad (2.1)$$

де $P_{факт}$ – фактичне значення показнику, що характеризує мікрокліматичні умови;
 $P_{норм}$ – нормативне значення показнику мікрокліматичних умов.

Коефіцієнт наближення показнику мікрокліматичних умов до нормативних значень характеризується значеннями $K_{ni} \leq 1$.

Інтегральний показник відповідності показників мікрокліматичних умов нормативним значенням визначається за формулою:

$$K_i = K_t \cdot K_{волог} \cdot K_v \cdot K_{осв}, \quad (2.2)$$

де K_t – коефіцієнт наближення температури повітря до нормативних значень;
 $K_{волог}$ – коефіцієнт наближення вологості повітря до нормативних значень;
 K_v – коефіцієнт наближення швидкості руху повітря до нормативних значень;
 $K_{осв}$ – коефіцієнт наближення освітлення до нормативних значень.

Чим ближче значення K_i до одиниці, тим більш наближені показники мікрокліматичних умов виробничого приміщення до нормативних вимог.

2.1.2 Склад повітря робочої зони

Оточуюче повітря є найважливішим фактором нашого життя. Природно, що склад повітря дуже сильно впливає й на працездатність людини, на її здоров'я, а іноді – і на життя. Чисте повітря має склад: азот – 78%, кисень – 21%, аргон – 0,9%, двооксид карбону – 0,03%, решта – інертні гази. Зростання промисловості і сільськогосподарського виробництва, енергетичних потужностей, широка хімізація, збільшення кількості автотранспорту, збільшення міст сприяють швидкому збільшенню забруднення атмосферного повітря, водоймищ, ґрунтів, що є загрозою для здоров'я, а в деяких ситуаціях, які повторюються частіше, – для життя населення. Проблема боротьби із забрудненням атмосферного повітря в економічно розвинених країнах на сьогодні є дуже актуальною. Забруднення повітряного середовища пилом,

газом, аерозолем у виробничих умовах відбувається з багатьох причин.

Основними з них є:

1. Недосконалість технологічних процесів.
2. Переривчастість технологічних операцій (перевантаження, пересипання).
3. Недостатня герметичність устаткування.
4. Рух транспорту.

Шкідливі речовини проникають в організм людини через дихальні шляхи, травний тракт і через шкіру. Вони можуть порушити нормальну життєдіяльність організму і призвести до стійких або патологічних змін. Отруєння, що виникають на виробництві, називаються професійними.

Вони можуть бути гострими (раптово у великих дозах), і тоді їх відносять до нещасних випадків, або хронічними (малі дози шкідливої речовини діють тривалий час і неодноразово), і тоді їх відносять до категорії професійних захворювань.

За характером дії отруйні речовини поділяють на дев'ять основних груп:

1. Подразнювальні – діють на поверхневі тканини дихального тракту і слизових оболонок (хлор, сірчистий газ, аміак, акролеїн);
2. Задушливі – діють як речовини, що порушують процес засвоєння кисню тканинами (окисел вуглецю, сірководень);
3. Наркотичні – діють як наркотики (азот під тиском, дихлоретан, чотирихлористий вуглець);
4. Соматичні отрути – викликають порушення діяльності всього організму або його окремих органів і систем (свинець, ртуть, бензол, миш'як).
5. Загальнотоксичні – діють на кров, кровотворні органи та ЦНС (окисел вуглецю, ароматичні смоли, толуол, бензин).
6. Сенсibiliзаційні отрути (алергени) – змінюють реактивну спроможність організму.
7. Канцерогени – речовини, що здатні викликати появу злоякісних пухлин (бензапірен, сажа).
8. Пропалюючі речовини – пошкоджують шкіру та слизові оболонки (кислоти, луги, ангiдриди).
9. Мутагени – здатні впливати на генетичний апарат клітини (окис етилену, свинець, ртуть).

За ступенем небезпеки усі шкідливі речовини поділяють на чотири класи небезпеки. Ця класифікація ґрунтується на показнику, який має назву *ГДК* – гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої зони.

ГДК – це така концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої зони, вплив якої на людину в разі її щоденної регламентованої тривалості не призводить до зниження працездатності чи виникнення захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє негативного впливу на здоров'я нащадків. Вимірюється *ГДК* як правило у мг/м^3 .

Існують такі класи небезпеки шкідливих речовин:

1) речовини надзвичайно небезпечні: ГДК < 0,1 мг/м³ (ртуть металева, свинець, гексахлоран, жовтий фосфор);

2) речовини високо небезпечні: ГДК від 0,1 мг/м³ до 1,0 мг/м³ (хлорофос, сірковуглець, сурма);

3) речовини помірно небезпечні: ГДК від 1,1 мг/м³ до 10 мг/м³ (тютюн, спирт метиловий);

4) речовини малонебезпечні: ГДК вище 10 мг/м³ (спирт етиловий, ацетон).

Показники, за якими оцінюють шкідливу дію речовини:

1. ГДК – це така концентрація, яка при щоденній роботі (окрім вихідних днів) протягом 8 годин чи іншої тривалості, але не більше як 41 годин на тиждень, упродовж усього робочого стажу не може зумовити відхилень у стані здоров'я, які виявляються сучасними методами діагностики як в період праці, так і в подальші роки та в наступних поколіннях.

2. Середня смертельна доза у випадку введення в шлунок (ССДШЛ) – це така доза речовини, яка викликає смерть у 50% тварин при одноразовому введенні в шлунок.

3. Середня смертельна доза у разі нанесення на шкіру (ССДШК) – це така доза речовини, яка викликає смерть у 50% тварин при одноразовому нанесенні на шкіру.

4. Середня смертельна концентрація у повітрі (ССК) – це така концентрація речовини, яка викликає смерть у 50% тварин при 2-4 – годинній інгаляційній дії.

5. Коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння (КМІО) – відношення максимально можливої концентрації речовини у повітрі при 20°C, яка зумовлюється леткістю речовин до середньої смертельної концентрації.

6. Зона гострої дії (ЗГД) – відношення середньої смертельної концентрації речовини до мінімальної (граничної) концентрації, що викликає зміни біологічних показників на рівні всього організму, які виходять за межі фізіологічних реакцій.

7. Зона хронічної дії (ЗХД) – відношення (граничної) концентрації, що викликає зміни біологічних показників на рівні всього організму, які виходять за межі фізіологічних реакцій до мінімальної концентрації, що викликає шкоду для здоров'я у хронічному експерименті по 4 год. 5 разів на тиждень упродовж не менше як 4 місяці.

Серед цих показників найбільше практичне значення для характеристики токсичності шкідливих речовин мають ГДК у повітрі робочої зони, бо найчастіше виробничі отруєння трапляються внаслідок того, що шкідливі речовини надходять організм людини через органи дихання. Велика площа поверхні легень і значна швидкість проникнення шкідливих речовин у кров сприяють інгаляційному отруєнню.

Шкідлива дія отруйних речовин на організм людини залежить від таких факторів:

- концентрація речовини;

- час дії;
- шлях потрапляння в організм;
- стан отруйної речовини;
- розчинність отруйних речовин у біологічних середовищах.

Концентрація і час дії – це вирішальні чинники. Для багатьох речовин встановлена залежність між концентрацією, часом дії і характером дії.

За одночасного знаходження в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії, близьких за хімічним складом і характером біологічної дії на організм людини, для визначення можливості працювати в цій зоні користуються такою залежністю:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (2.3)$$

де C_n – концентрації шкідливих речовин у повітрі, мг/м³;

$ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м³.

До шкідливих речовин односпрямованої дії відносяться шкідливі речовини, які схожі за хімічною будовою та характером впливу на організм людини. Наприклад: фенол і ацетон, сірчистий газ і нітрогендвооксид, органічні кислоти, чадний газ і нітрогендвооксид.

Ступінь подрібнення діє так, що чим вища дисперсність, тим глибше проникають отрути в організм (найнебезпечніші паро- і газоподібні речовини). Розчинність у біологічних середовищах (вода, кров, лімфа) підсилює ураження.

Неотруйні виробничі пари, гази і пил в основному подразнюють організм і, проникаючи всередину організму через органи дихання, можуть викликати хронічні захворювання легень і дихальних шляхів (сюди відносять пил різного походження).

До подразливого пилу відносять:

- мінеральний (азбестовий, кварцовий, вугільний, наждачний та ін.);
- металевий (залізний, чавунний, цинковий та ін.);
- деревний.

Подразливий (неотруйний) пил подразнює слизові оболонки дихальних шляхів, шкіру, очі і практично не потрапляє в кровообіг унаслідок поганої розчинності в біологічних середовищах. Проте тривала робота в умовах заповненого повітря може призвести до хронічних захворювань легень. Ці захворювання призводять до обмеження дихальної поверхні легень і змін у всьому організмі людини. Вважається, що неотруйний пил має $ГДК$ 10 мг/м³, тобто належить до помірно небезпечних речовин.

Характер дії на організм людини виробничого пилу залежить:

- 1) від його походження (органічний пил або неорганічний);
- 2) розміру частинок.

Великі частинки пилу (розміром більше 5-10 мкм) осідають на слизових оболонках носоглотки і можуть викликати їх подразнення, проте глибоко в

легені не проникають. Більш дрібні (0,05-5 мкм) проникають у легені і викликають «пневмоконіози».

За вимогами виробничої санітарії в кожному робочому приміщенні повинен проводитися систематичний контроль повітряного середовища. Такий контроль здійснюється газоаналітичною лабораторією або фахівцями СЕС.

Для контролю повітряного середовища застосовуються:

а) лабораторні методи;

б) методи швидкого аналізу (експресні, індикаційні та ін.)

Лабораторні методи (титрування, калориметричні, нефелометричні) дають точні результати, але застосування їх вимагає роботи фахівців-хіміків у лабораторних умовах і тривалий час.

Для швидкого вирішення питання про стан забруднення повітряного середовища розроблені експресні методи. В їх основі лежать швидкі хімічні реакції із зміною кольору речовин, що реагують. Застосовують невеликі об'єми високочутливої рідини або твердої речовини (носія), просоченої індикатором. Як тверді носії застосовують фарфоровий порошок. Ним заповнюють скляну трубку і потім через неї пропускають певний об'єм досліджуваного повітря. Про кількість шкідливої речовини в повітрі судять за довжиною забарвленого стовпчика індикаторної трубки, порівнюючи його зі стандартною шкалою. Для відбору проб повітря користуються також універсальним газоаналізатором. Стосовно ряду токсичних речовин (ртуть, ціаністи сполуки), наявність яких у повітрі неприпустима і потрібне вжиття особливих термінових заходів (пуск аварійної вентиляції, нейтралізація ділянки, вжиття індивідуального захисту), застосовують індикаційні методи аналізу. Так, за допомогою паперу, заздалегідь просоченого оцтовокислим свинцем, можна швидко визначити наявність у повітрі сірководню. Якщо він є в повітрі, папір одразу чорніє.

Основним методом оцінки заповищеності повітря промислових підприємств є ваговий метод у поєднанні з визначенням розмірів частинок (дисперсності) пилу.

Ваговий метод базується на принципі пропускання через фільтр певного об'єму повітря і визначення приросту ваги фільтра, що знаходиться в алонжі (скляній трубці). Проби повітря відбирають у робочих зонах із швидкістю 15-20 л/хв. Прокачують близько 1 м³ досліджуваного повітря і обчислюють концентрацію в ньому пилу.

Для визначення не тільки концентрації, але і розмірів частинок, їх кількості в одиниці об'єму, користуються розрахунковим методом.

Приклад 1. Знайти час, за який при температурі 25°C у лабораторії об'ємом 60 м³ (4 м × 5 м × 3 м), де випадково витік бензол і утворив пляму площею 0,25 м² (0,5 м × 0,5 м) буде встановлена:

- граничнодопустима концентрація;
- середня смертельна концентрація;
- нижня межа вибухонебезпеки.

Розв'язання.

Необхідні такі довідкові дані:

- граничнодопустима концентрація - 5 мг/м^3 ;
- середня смертельна концентрація - 38000 мг/м^3 протягом 4 год.;
- нижня межа вибухонебезпеки - $1,2\% \text{ об.}$;
- швидкість випаровування при температурі повітря 25°C і при швидкості руху повітря $0,25 \text{ м/с}$ (оптимальна) – $436 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;
- леткість – 320000 мг/м^3 .

Оцінюючи небезпеку отруєння, враховують леткість речовин. Вона свідчить про максимальну концентрацію пари речовини, яка досягається внаслідок її випаровування при заданій температурі. Якщо леткість нижча ніж *ГДК*, то отруєння неможливе. Леткість бензолу перевищує *ГДК* і *ССК*, тому виникає небезпека отруєння. Робочою формулою для розрахунку часу встановлення відповідних концентрацій є рівняння:

$$V \cdot C = S \cdot u \cdot t, \quad (2.4)$$

де V – об'єм приміщення, м^3 ;

C – концентрація речовини у повітрі, мг/м^3 ;

S – площа плями рідини, м^2 ;

u – швидкість випаровування рідини, $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;

t – час випаровування, с.

Звідси час дорівнюватиме:

$$t = \frac{V \cdot C}{S \cdot u}. \quad (2.5)$$

Для граничнодопустимої концентрації у робочій зоні знаходимо безпосередньо:

$$t_{ГДК} = \frac{60 \cdot 5}{0,25 \cdot 436} = 2,75 \approx 3 \text{ с.}$$

Аналогічно для середньої смертельної концентрації маємо:

$$t_{ССК} = \frac{60 \cdot 38000}{0,25 \cdot 436} = 2091 \text{ с} \approx 5,8 \text{ год.}$$

Щоб визначити час встановлення нижньої межі вибухонебезпеки, необхідно від об'ємних відсотків у нижній межі вибухонебезпека перейти до масово-об'ємної концентрації. За визначенням об'ємно-масової концентрації встановлюємо, що:

$$C = \frac{m}{V}, \quad (2.6)$$

де m - маса речовини в мг;
 V – об'єм суміші в м³.

За законом Авогадро, маємо:

$$m = \frac{M \cdot v \cdot 1000}{0,0224}, \quad (2.7)$$

де M - молярна маса речовин в г/моль;
 v - об'єм пари речовини, який займає m мг речовини,

а за нижньою межею пожежонебезпеки в % об. (НМП) знаходимо:

$$V = \frac{v \cdot 100\%}{\text{НМП}}. \quad (2.8)$$

Підставивши вирази (2.7) і (2.8) у (2.6), одержимо:

$$C = \frac{M \cdot \text{НМП}}{0,0024}, \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}. \quad (2.9)$$

Тепер, підставивши (2.9) в (2.5), маємо:

$$t_{\text{НМП}} = \frac{V \cdot M \cdot \text{НМП}}{0,0024 \cdot S \cdot u} = \frac{60 \cdot 78 \cdot 1,2}{0,00224 \cdot 0,25 \cdot 43} = 233222,6 \text{ с} = 64,8 \text{ год}. \quad (2.10)$$

Важливо знати, який об'єм розливої рідини призведе до встановлення концентрації, що відповідає нижній межі вибухонебезпеки. Його оцінюють за формулою:

$$V_p = \frac{m}{\rho}, \quad (2.11)$$

де m – маса випаруваної речовини, мг;
 ρ – її густина, яка для бензолу дорівнює $0,8 \text{ г/см}^3 = 800 \text{ мг/см}^3$.

Маса речовини, яка випарувалась, дорівнює:

$$m = u \cdot S \cdot t_{\text{НМП}}. \quad (2.12)$$

Тоді

$$V_p = \frac{u \cdot S \cdot t_{\text{НМП}}}{\rho} = \frac{436 \cdot 0,25 \cdot 86225}{800} = 11748 \text{ см}^3. \quad (2.13)$$

Тому одним із засобів безпеки під час роботи з легкозаймистими речовинами є вимога зберігати у лабораторії тільки денну норму рідини, тобто стільки, скільки використовується протягом робочого дня.

Приклад 2. Оцінити можливість виникнення мікромеркуріалізму (хронічного отруєння ртуттю при дії незначних концентрацій пари ртуті), якщо випадково розбито медичний термометр, вилита ртуть з якого не зібрана. Для оцінки необхідні такі довідкові дані:

- граничнодопустима концентрація – $0,01 \text{ мг/м}^3$;
- швидкість випаровування зі свіжої поверхні при температурі 20°C і спокійному повітрі – $0,55 \cdot 10^{-2} \text{ мг/(м}^3 \cdot \text{с)}$;
- леткість – $14,3 \text{ мг/м}^3$.

Розв'язання.

З довідкових даних видно, що леткість перевищує *ГДК* і отруєння можливе.

Для уточнення умов аналізу приймемо, що:

- об'єм кімната $V_k = 45 \text{ м}^3$ ($5 \text{ м} \times 3 \text{ м} \times 3 \text{ м}$);
- об'єм ртуті, вилитої з розбитого термометра $V_p = 0,5 \text{ см}^3$.

Вилита ртуть при падінні розбивається на окремі кульки. При цьому площу випаровування розраховуємо за формулою:

$$S = (4 \cdot \pi \cdot n)^{\frac{1}{3}} (3V_p)^{\frac{2}{3}}, \quad (2.14)$$

де n - кількість кульок.

Спочатку знаходимо площу випаровування, прийнявши, що утворилась одна кулька ртуті:

$$S = \sqrt[3]{(4\pi) \cdot (3V_p)^2} = \sqrt[3]{4 \cdot 3,14 \cdot 1(3 \cdot 0,5)^2} = 3,03 \text{ см}^2.$$

Знаходимо час, за який в кімнаті концентрація ртуті досягне *ГДК*, за формулою (2.5) (приклад 1):

$$t_{ГДК} = \frac{V \cdot C}{S \cdot u} = \frac{45 \cdot 0,01}{3,05 \cdot 10^{-4} \cdot 0,55 \cdot 10^{-2}} = 268256 \text{ с} \approx 74,5 \text{ год}$$

Якщо приміщення зовсім не провітрюється, то концентрація ртуті досягне граничного значення, яке визначене її леткістю, тобто $14,3 \text{ мг/м}^3$ і зберігатиметься нескінченно довго.

Однак у кімнаті завжди є обмін повітря. Якщо повітря в кімнаті обмінюється повністю швидше, ніж за 3 доби, то за таких умов *ГДК* не буде досягнуто.

Якщо прийняти, що при розбитті термометра утворилось, наприклад, 10 однакових кульок, то площа випаровування зросте до $5,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, тобто вдвічі. За таких умов час досягнення ГДК зменшиться також удвічі – до 1,5 доби і величина ГДК в кімнаті не встановиться, якщо повітря повністю обмінюватиметься швидше, ніж за 1,5 доби.

Отже, чим більша поверхня розлитої ртуті, тим швидше повинен відбуватися обмін повітря в кімнаті, щоб не було досягнуто ГДК. При обміні повітря з меншою кратністю в кімнаті встановиться концентрація ртуті, яка перевищує ГДК. За таких умов можливість виникнення мікромеркуріалізму визначається також часом, протягом якого небезпечна концентрація зберігається в кімнаті.

Якщо прийняти, що в кімнаті досягається граничнодопустима концентрація, то маса ртуті у повітрі розраховується за формулою:

$$m_K = (\text{ГДК}) \cdot V_K. \quad (2.15)$$

Якщо за добу повітря в кімнаті змінюється в K разів, то маса ртуті, яка виноситься з кімнати, дорівнює:

$$m_b = m \cdot V_K. \quad (2.16)$$

Маса вилитої ртуті дорівнює:

$$m_p = \rho \cdot V_p. \quad (2.17)$$

Тепер кількість діб, протягом яких у кімнаті підтримуватиметься граничнодопустима концентрація, розраховують за формулою:

$$N = \frac{m_p}{m_b} = \frac{\rho \cdot V_p}{\text{ГДК} \cdot V_K \cdot K}. \quad (2.18)$$

Якщо відбувається один обмін повітря за добу, то:

$$N = \frac{0,5 \cdot 13,6 \cdot 1000}{0,01 \cdot 45 \cdot 1} = 15111 \text{ діб} \approx 41 \text{ рік}.$$

Таке обчислення, звичайно, є приблизне, проте воно показує, що небезпечна концентрація може підтримуватися довго. У розрахунках не враховано, що з часом швидкість випаровування ртуті зменшується внаслідок зменшення поверхні й окислення, а також те, що ртуть при високих концентраціях адсорбується стінами, меблями, а потім десорбується. Але для цих чинників тільки продовжує існування небезпечного чинника в кімнаті.

Практичне завдання 1. Знайти час, за який при температурі 25°C у

лабораторії об'ємом V , де випадково витік бензол і утворив пляму площею S , буде утворено граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин ($ГДК$), середня смертельна концентрація ($ССК$) і нижня межа вибухонебезпеки ($НМВ$) при швидкості випаровування u . Варіанти завдань наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані

№	Об'єм лабораторії $V, \text{ м}^3$	Площа плями бензолу $S, \text{ м}^2$	Швидкість випаровування $u, \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Час встановлення		
				$ГДК$	$ССК$	$НМВ$
1.	90	0,15	436			
2.	110	0,12	424			
3.	80	0,11	431			
4.	60	0,1	411			
5.	70	0,14	405			
6.	105	0,17	398			
7.	95	0,13	380			
8.	85	0,12	371			
9.	75	0,11	430			
10.	115	0,24	425			
11.	120	0,22	415			
12.	125	0,23	410			
13.	130	0,24	395			
14.	125	0,27	392			
15.	120	0,25	385			
16.	110	0,21	376			
17.	90	0,18	378			
18.	105	0,19	412			
19.	108	0,17	423			
20.	99	0,21	431			

Практичне завдання 2. Оцінити можливість виникнення мікромеркуалізму, якщо в кімнаті об'ємом V випадково розбито термометр, ртуть якого об'ємом $V_p = 0,4 \text{ см}^3$ не зібрана і розбилась на n кульок. Повітря в кімнаті обмінюється K разів на добу. Варіанти завдань наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Вихідні дані

№	Об'єм кімнати $V, \text{ м}^3$	Кількість кульок ртуті, n	$t_{ГДК}$	Кратність обміну повітря, K	N
1.	36	1		1	
2.	38	2		2	
3.	40	3		3	
4.	42	4		2	
5.	44	5		1	
6.	46	6		2	
7.	48	7		3	
8.	50	8		2	
9.	49	9		1	

Закінчення таблиці 2.6.

10.	47	10		3	
11.	45	9		2	
12.	43	8		1	
13.	41	7		2	
14.	39	6		3	
15.	37	5		2	
16.	35	4		1	
17.	34	3		2	
18.	33	2		3	
19.	40	1		2	
20.	42	2		1	

2.1.3 Вентиляція виробничих приміщень

Загальнообмінна вентиляція

Повітрообмін – процес заміни відпрацьованого і забрудненого повітря у виробничому приміщенні свіжим за допомогою природної і (або) механічної вентиляції. Величина обміну повітря, м³/год, – один з головних показників, необхідних для проектування будь-якої з систем вентиляції виробничого приміщення.

Вентиляційні системи загальнообмінної механічної вентиляції бувають витяжними, припливними і припливно-витяжними.

Обмін повітря повинен розраховуватись так, щоб концентрація шкідливостей (пари, гази, волога, пил або аерозолі тощо) в приміщенні під час роботи вентиляції не перевищувала допустимих рівнів чи гранично допустимих концентрацій (ГДК). ГДК деяких шкідливих речовин (згідно «ГОСТ 12.1.005-88») наведені у Додатку Б, таблиця Б.1.

Кількість повітря, що подається у приміщення для забезпечення необхідних метеорологічних умов та якості повітря робочої зони, визначають відповідно до існуючих будівельних норм. Розрахунок здійснюють за такими чинниками: шкідливі речовини, що утворюються у робочій зоні, надлишки теплоти, що випромінюється від обладнання, надлишки вологи, за кількістю працюючих. Якщо у приміщенні мають місце одночасно декілька шкідливих чинників, розрахунок ведуть за кожним із них і більше з отриманих значень приймають за розрахункове.

Розрахунок повітрообміну за шкідливими речовинами

Необхідний об'єм повітря для розбавлення шкідливих речовин до допустимих концентрацій розраховують за формулою, м³/год:

$$L_{\text{ш}} = \frac{k \cdot G}{q - q_o}, \quad (2.19)$$

де k – коефіцієнт нерівномірності розподілу шкідливої речовини у приміщенні (приймають

1,2 ÷ 2,0 залежно від висоти приміщення та особливостей технологічних процесів);
 q – кількість шкідливої речовини, що виділяється у приміщенні за годину, мг/год;
 G – концентрація шкідливої речовини у повітрі, яке видаляється (\leq ГДК), мг/м³;
 q_0 – концентрація шкідливої речовини у повітрі, яке подається в приміщення (\leq 0,3 ГДК), мг/м³.

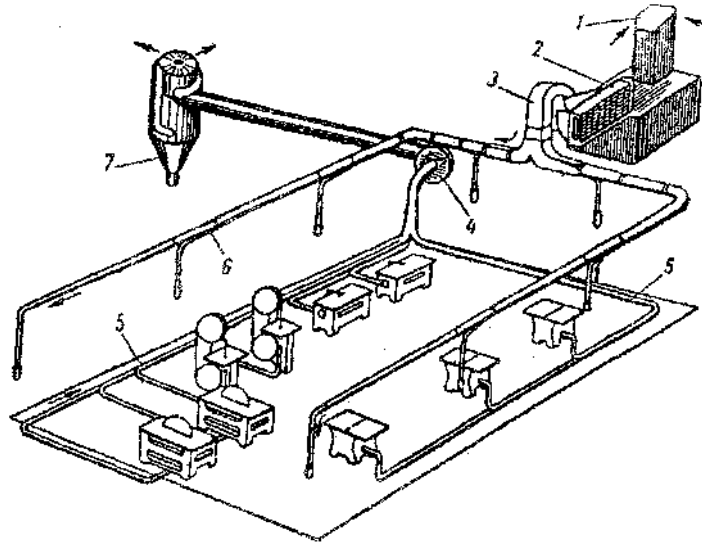


Рисунок 2.1 – Схема механічної припливно-витяжної вентиляції:

1 – повітрязабірна шахта; 2 – калорифер; 3 – припливний вентилятор; 4 – витяжний вентилятор; 5 – повітропроводи витяжної вентиляційної установки; 6 – повітропроводи припливної вентиляційної установки; 7 – пиловіддільний пристрій (циклон).

За наявності місцевої вентиляції необхідну кількість повітря визначають за формулою, м³/год:

$$L_{\text{ш}} = L_M + \frac{k \cdot G - L_M \cdot (q_M - q_0)}{q - q_0}, \quad (2.20)$$

де L_M – кількість повітря, що видаляється з приміщення місцевою вентиляцією, м³/год;

q_M – вміст шкідливих речовин у повітрі, яке видаляється з робочої зони або зони, що обслуговується, мг / м³;

q – вміст шкідливих речовин у повітрі, яке видаляється з приміщення за межами робочої зони або зони, що обслуговується, мг / м³.

При одночасному надходженні у повітря приміщення кількох шкідливих речовин односпрямованої дії об'єми повітря, необхідні для розбавлення кожної речовини окремо, складають, а при речовинах різноспрямованої дії – допускається приймати найбільший з розрахованих об'ємів.

Наприклад, при одночасному випаровуванні кількох розчинників (ацетону, спиртів, оцтової кислоти) чи подразнюючих газів (сірчаного чи сірчистого ангідриду, хлористого та фтористого водню тощо) розрахунок кількості повітря для загальнообмінної вентиляції слід виконувати, складаючи об'єми його, потрібні для розбавлення до ГДК окремо кожного з розчинників чи подразнюючих газів.

При одночасному виділенні кількох газів і парів, окрім розчинників і

подразнюючих газів, кількість повітря при розрахунку вентиляції приймається за тією шкідливістю, яка потребує найбільшого розбавлення.

Розрахунок повітрообміну за надлишками тепла

Робота технологічного устаткування та виробничі процеси звичайно супроводжуються виділенням тепла. Це може призвести до перевищення допустимої температури повітря у приміщенні, особливо у теплий період року.

Необхідну кількість повітря, м³/год, для відведення надлишків тепла розраховують за формулою:

$$L_Q = \frac{k \cdot Q_{\text{над}}}{c \cdot (t_B - t_n) \cdot \gamma}, \quad (2.21)$$

а за наявності місцевої вентиляції – за формулою:

$$L_Q = L_M + \frac{k \cdot Q_{\text{над}} - L_M(t_M - t_n)}{c \cdot (t_B - t_n) \cdot \gamma}, \quad (2.22)$$

де k – коефіцієнт нерівномірності розподілу надлишків тепла (1,1 ÷ 1,5);

$Q_{\text{над}}$ – надлишки кількості тепла, кДж/год (різниця між кількістю теплоти, що надходить у приміщення, і витратами тепла через його зовнішні огороження);

c – масова питома теплоємність повітря, яка дорівнює 1,0 кДж/(кг °С);

t_B – температура повітря, що видаляється, °С;

t_n – температура повітря, що подається в приміщення, °С;

γ – густина повітря, кг/м³ (при температурі повітря 20 °С $\gamma = 1,2$);

L_M – кількість повітря, що видаляється з приміщення місцевою вентиляцією, м/год;

t_M – температура повітря, яке видаляється з робочої зони місцевою вентиляцією, °С.

Температуру повітря, яке видаляється, визначають за формулою:

$$t_B = t_{p.z.} + \Delta t \cdot (h - h_{p.z.}), \quad (2.23)$$

де $t_{p.z.}$ – температура повітря в робочій зоні, яка не повинна перевищувати допустиму за нормами (табл. 2.2), тобто $t_{p.z.} \leq t_{\text{доп.}}$;

Δt – температурний градієнт у приміщенні за вертикаллю, $\Delta t = 0,5-1,5$ °С/м;

h – відстань від підлоги до центру витяжних отворів, м;

$h_{p.z.}$ – висота робочої зони, м, в розрахунках приймається $h_{p.z.} = 2$ м.

Допускається перевищення температури в робочій зоні відносно температури зовнішнього повітря не більше як на 5 ÷ 8 °С.

Розрахунок повітрообміну за вологовиділеннями

У повітря виробничих приміщень може надходити волога від технологічного обладнання і виробничих процесів та від працюючих людей (випаровування поту та видихання повітря). За гігієнічними нормами вологість

повітря не повинна перевищувати 75% в холодний період року (табл. 2.1), а в теплий період – залежно від температури повітря (див. табл. 2.2).

Обмін повітря, м³/год, виходячи з допустимого вмісту в повітрі приміщення пари води, визначають за формулою:

$$L_w = \frac{W \cdot m}{(d_B - d_3) \cdot \gamma}, \quad (2.24)$$

де W – надлишки вологи у приміщенні, що утворюються протягом години, г/год;

d_B, d_3 – вологовміст відповідно внутрішнього і зовнішнього припливного повітря, у грамах на 1кг сухого повітря (табл. Б.2) (Додаток Б);

γ - густина повітря, кг/м³, при температурі приміщення;

m - коефіцієнт, що залежить від висоти приміщення H : при $H > 5$ м $m = 0,6 - 0,8$; при $H = 5 \div 3,5$ м $m = 0,8 - 0,9$, при $H < 3,5$ м $m = 1$.

Виділення вологи від людей наведені у табл. Б.3 (Додаток Б) залежно від температури повітря і важкості роботи, що виконується.

Для випадку, коли з приміщення необхідно одночасно відводити надлишки тепла і вологи, обмін повітря розраховують графоаналітичним способом за допомогою I - d діаграми для вологого повітря.

Розрахунок повітрообміну залежно від кількості працюючих

Для виробничих приміщень, у яких внаслідок технологічних процесів не виділяються шкідливості, необхідну кількість повітря для вентиляції, м³/год, визначають з урахуванням кількості працюючих за формулою:

$$L_N = N \cdot L_1, \quad (2.25)$$

де N – чисельність працюючих;

L_1 – нормативна кількість повітря на одного працюючого, м³/(год·люд), яка залежить від питомого об'єму приміщення V_N , м³/люд.:

$$V_N = \frac{V}{N}, \quad (2.26)$$

де V – вільний об'єм приміщення, м³.

Якщо $V_N \leq 20$ м³/люд., то $L_1 \geq 30$ м³/(год люд.), а якщо $V_N > 20$ м³/люд., то $L_1 \geq 20$ м³/(год · люд).

Розрахунок повітрообміну за його кратністю

Іноді якість вентиляції оцінюють за показником кратності повітрообміну, 1/год:

$$K = \frac{L}{V}, \quad (2.27)$$

де V – вільний об'єм приміщення, м^3 .

Показник кратності повітрообміну показує, скільки разів за годину повітря у приміщенні повністю замінюється свіжим.

Розрахунок обміну повітря за значенням показника ведуть таким чином. Спочатку визначають, скільки шкідливої речовини надходить у повітря приміщення та фактичну її концентрацію, що утворюється у приміщенні протягом однієї години $\text{мг}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$:

$$q_{\text{ф}} = \frac{G}{V}, \quad (2.28)$$

де G – фактичне надходження шкідливої речовини у повітря приміщення за годину, $\text{мг}/\text{год}$;
 V – вільний об'єм приміщення, м^3 .

Потім визначають значення K , $1/\text{год}$, за яким шкідлива речовина буде розбавлена до допустимої концентрації:

$$K = \frac{q_{\text{ф}}}{q_{\text{Г.д.к.}}}, \quad (2.29)$$

де $q_{\text{Г.д.к.}}$ – ГДК шкідливої речовини у повітрі робочої зони, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Необхідну кількість повітря, $\text{м}^3/\text{год}$, для видалення надлишків шкідливої речовини визначають за формулою:

$$L_K = K \cdot V. \quad (2.30)$$

Приклади розрахунків повітрообміну при загальній вентиляції

Приклад 1.

Визначити потрібний повітрообмін та його кратність для цеху, який має довжину 60 м, ширину 12 м, висоту 6 м. Вільний об'єм приміщення становить 85 %. У повітря цеху виділяється пил у кількості $G = 100$ г/год., ГДК якого 4 $\text{мг}/\text{м}^3$. Прийнято, що концентрація пилу у робочій зоні $q_{\text{р.з.}} = 3,5$ $\text{мг}/\text{м}^3$, концентрація пилу у повітрі, яке подається у приміщення, $q_0 = 0,2$ $\text{мг}/\text{м}^3$. Пил рівномірно розподілений у повітрі приміщення.

Розв'язання.

Коефіцієнт нерівномірності приймаємо $k = 1,0$, тоді концентрація пилу у повітрі, що видаляється, буде дорівнювати концентрації його у робочій зоні ($q = q_{\text{р.з.}}$).

Потрібний повітрообмін, $\text{м}^3/\text{год}$:

$$L_{\text{ш}} = \frac{k \cdot G}{q - q_0} = \frac{1 \cdot 100000}{3,5 - 0,2} = 30303$$

Вільний об'єм цеху:

$$V = A \cdot B \cdot H \cdot 0,85 = 60 \cdot 12 \cdot 6 \cdot 0,85 = 3672 \text{ м}^3.$$

Кратність повітрообміну у цеху:

$$K = \frac{L_{\text{ш}}}{V} = \frac{30303}{3672} = 8,25 \text{ (1/год)},$$

тобто за 1 годину повітря в цеху має обмінюватися 8,25 рази.

Приклад 2.

За даними прикладу 1 визначити необхідний повітрообмін у цеху та кратність повітрообміну, якщо місцевими відсмоктувачами відбирається з робочої зони $L_M = 2000 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря, яке містить $q_M = 20 \text{ мг/м}^3$ пилу.

Розв'язання.

Кількість пилу, що видаляється місцевою вентиляцією протягом години, мг/год:

$$G_M = q_M \cdot L_M = 20 \cdot 2000 = 40000.$$

Кількість пилу, що надходить у повітря цеху протягом години, г:

$$G' = G - G_M = 100 - 40 = 60$$

Потрібний повітрообмін, $\text{м}^3/\text{год}$:

$$L'_{\text{ш}} = L_M + \frac{k \cdot G' \cdot (q_M - q_0)}{q - q_0} = 2000 + \frac{1 \cdot 60000 \cdot (20 - 0,2)}{3,5 - 0,2} = 8180$$

Кратність повітрообміну:

$$K = \frac{L'_{\text{ш}}}{V} = \frac{8180}{3672} = 2,2 \text{ 1/год.}$$

Співвідношення повітрообміну в цеху тільки при загальній вентиляції до потрібного повітрообміну при загальній та наявності місцевої вентиляції становитиме:

$$\frac{L_{\text{ш}}}{L'_{\text{ш}}} = \frac{30303}{8180} = 3,7$$

Тобто влаштування місцевої вентиляції дає змогу зменшити загальний повітрообмін у 3,7 раз.

Приклад 3.

У термічному відділку цеху, вільний об'єм якого $V = 500 \text{ м}^3$, працюють $n = 4$ електропечі, кожна потужністю $N = 5 \text{ кВт}$. Вентиляційні отвори витяжної вентиляції розташовані на висоті $h = 5 \text{ м}$, температура зовнішнього повітря $t_n = +22^\circ\text{C}$, температура у робочій зоні ($t_{p.з.}$) повинна бути не вищою 26°C . Температурний градієнт $\Delta t = 1,2^\circ\text{C/м}$. Масова ізобарна теплоємність повітря $c = 1 \text{ кДж/(кг-град.)}$, його густина $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$. Коефіцієнт нерівномірності розподілу тепла у приміщенні $k = 1,2$. На нагрівання повітря йде 70 % потужності електропечі. Втрати тепла через зовнішні огороження становлять 5 %. Визначити необхідний повітрообмін та його кратність в приміщенні, якщо місцева вентиляція відсутня.

Розв'язання.

Визначаємо загальну кількість тепловиділень за годину:

$$Q = n \cdot N \cdot 0,7 \cdot 3600 = 4 \cdot 5 \cdot 0,7 \cdot 3600 = 50400 \text{ кДж.}$$

Надлишки тепла:

$$Q_{\text{над.}} = Q \cdot 0,95 = 50400 \cdot 0,95 = 47880 \text{ кДж.}$$

Температура повітря, що видаляється:

$$t_B = t_{p.з.} + \Delta t \cdot (h - h_{p.з.}) = 26 + 1,2 \cdot (5 - 2) = 29,6^\circ\text{C}.$$

Необхідна кількість повітря:

$$L_Q = \frac{k \cdot Q_{\text{над.}}}{c \cdot (t_B - t_n) \cdot \gamma} = \frac{1,2 \cdot 47880}{1,0 \cdot (29,6 - 22) \cdot 1,2} = 6300 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кратність повітрообміну:

$$K = \frac{L_Q}{V} = \frac{6300}{500} = 12,6 \text{ 1/год.}$$

Приклад 4.

Визначити необхідний обмін повітря та кратність його обміну для

випадку, вказаного у прикладі 3, за умови, що від кожної печі надходить $G_1 = 25$ г чадного газу за годину. Гранично допустима концентрація чадного газу у робочій зоні $q_{ГДК} = 20$ мг/м³. Прийняти концентрацію газу у повітрі, що видаляється з приміщення, 20 мг/м³ ($0,02$ г/м³), в припливному повітрі $q_0 = 0,005$ г/м³, коефіцієнт нерівномірності $k = 1,2$.

Розв'язання.

Загальна кількість чадного газу, що надходить у повітря приміщення:

$$G = G_1 \cdot n = 25 \cdot 4 = 100 \text{ г/год.}$$

Необхідна кількість повітря для розбавлення чадного газу у робочій зоні до рівня ГДК:

$$L_{\text{ш}} = \frac{k \cdot G}{q - q_0} = \frac{1,2 \cdot 100}{0,02 - 0,005} = 8000 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кількість повітря, яке необхідно подати для збалансування тепла (з прикладу 3), становить 6300 м³/год. Остаточо приймаємо більший з двох розрахованих для різних видів шкідливостей об'ємів повітря, тобто:

$$L_{\text{розн.}} = L_{\text{ш}} = 8000 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кратність обміну повітря становитиме:

$$K = \frac{L_{\text{ш}}}{V} = \frac{8000}{500} = 16 \text{ 1/год.}$$

Приклад 5.

У виробничому приміщенні у повітря з технологічного обладнання надходить волога у кількості $W_1 = 2600$ г/год. Розміри приміщення, м: $A \times B \times H = 12 \times 8 \times 4$. Працюючих (n) – 12 чоловік. Робота, що виконується, середньої важкості. Вологомісткість повітря, що видаляється, $d_B = 20$ г/кг, зовнішнього – $q_3 = 18$ г/кг. Температура повітря $t_B = 20$ °С.

Густина повітря $\gamma = 1,2$ кг/м³. Визначити необхідний повітрообмін і кратність обміну повітря.

Розв'язання.

З Додатком Б, табл. Б.3 кількість вологовиділень від людини W_1 при температурі повітря 20 °С та середньої важкості виконуваної роботи становить 160 г/год.

Кількість виділеної вологи від працюючих за годину:

$$W_2 = W_1 \cdot n = 160 \cdot 12 = 1920 \text{ г/год.}$$

Сумарна кількість виділення вологи:

$$W = W_1 + W_2 = 2600 + 1920 = 4520 \text{ г/год.}$$

При висоті приміщення 4 м приймаємо коефіцієнт, що враховує висоту, $m = 0,85$.

Необхідна кількість повітря для видалення надлишкової вологи:

$$L_w = \frac{W \cdot m}{(d_B - d_3) \cdot \gamma} = \frac{4520 \cdot 0,85}{(20 - 18) \cdot 1,2} = 1620 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кратність обміну повітря :

$$K = \frac{L_w}{V} = \frac{1620}{12 \cdot 8 \cdot 4} = 4,22 \text{ 1/год.}$$

Приклад 6.

У приміщенні, де відсутні джерела виділення шкідливостей, працюють одночасно $N = 18$ осіб. Розміри приміщення у метрах $A \times B \times H = 10 \times 6 \times 3,2$, меблі та виробниче устаткування займають 15 % об'єму. Визначити найменшу необхідну кількість повітря для вентиляції та кратність повітрообміну.

Розв'язання.

Вільний об'єм приміщення:

$$V = A \cdot B \cdot H \cdot (1 - 0,15) = 10 \cdot 6 \cdot 3,2 \cdot 0,85 = 163,2 \text{ м}^3.$$

Питомий вільний об'єм приміщення, $\text{м}^3/\text{люд.}$:

$$V_N = \frac{V}{N} = \frac{163,2}{18} = 9,07 < 20.$$

3. Нормована кількість повітря на одну людину при $V_N < 20 \text{ м}^3/\text{люд.}$.
Становить: $L \geq 30 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{люд.})$.

4. Найменша необхідна кількість повітря для вентиляції:

$$L_n = N \cdot L_1 = 18 \cdot 39 = 540 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кратність повітрообміну:

$$K = \frac{L_n}{V} = \frac{540}{163,2} = 3,3 \text{ 1/год.}$$

Приклад 7.

В малярному цеху, вільний об'єм якого $V = 1800 \text{ м}^3$, виконується покриття деталей фарбою, основним розчинником якої є бензол. При висиханні фарби за годину випаровується 120 г розчинника. Коефіцієнт нерівномірності $k = 1$. Концентрація бензолу у зовнішньому повітрі $q_o = 0,05 \text{ мг/м}^3$. Визначити кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, щоб концентрація парів бензолу q не перевищувала гранично допустимої, двома методами: точним і спрощеним (за кратністю обміну повітря). Порівняти кратність обміну за цими розрахунками.

Розв'язання 1.

Гранично допустима концентрація бензолу:

$$q_{\text{ГДК}} = 5 \text{ мг/м}^3 \text{ (додаток Б, табл. Б.1).}$$

Необхідна кількість повітря за формулою (2.1):

$$L_{\text{ш}} = \frac{k \cdot G}{q - q_o} = \frac{1 \cdot 120000}{5 - 0,005} = 24242 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кратність обміну повітря:

$$K = \frac{L_{\text{ш}}}{V} = \frac{24242}{1800} = 13,5 \text{ 1/год.}$$

Розв'язання 2.

Фактична концентрація бензолу, яка утворюється у приміщенні протягом години:

$$q_{\text{ф}} = \frac{G}{V} = \frac{120}{1800} = 0,067 \text{ г/м}^3.$$

Необхідна кратність обміну повітря:

$$K = \frac{q_{\text{ф}}}{q_{\text{ГДК}}} = \frac{0,067}{0,005} = 13,4 \text{ 1/год.}$$

Кількість повітря за необхідної кратності обміну:

$$L = K \cdot V = 13,4 \cdot 1800 = 23400 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Остаточно приймаємо $K = 24242 \text{ м}^3/\text{год}$, як більшу з двох розрахованих.

Практичне завдання 1.

Провести розрахунки загальної вентиляції. Вихідні дані для розрахунків

наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Вихідні дані до практичного завдання 1

№ варіанту	Умова задачі
1	<p>Визначити потрібний повітрообмін та його кратність для цеху, який має довжину 80 м, ширину 18 м, висоту 6 м. Вільний об'єм приміщення становить 85 %. У повітря цеху виділяється пил у кількості $G = 150$ г/год., ГДК якого 4 мг/м³. Прийнято, що концентрація пилу у робочій зоні $q_{p.z.} = 4,5$ мг/м³, концентрація пилу у повітрі, яке подається у приміщення, $q_0 = 0,215$ мг/м³. Пил рівномірно розподілений у повітрі приміщення.</p>
2	<p>Визначити необхідний повітрообмін у цеху та кратність повітрообміну, якщо місцевими відсмоктувачами відбирається з робочої зони $L_M = 2000$ м³/год повітря, яке містить $q_M = 20$ мг/ м³ пилу. Цех має довжину 80 м, ширину 18 м, висоту 6 м. Вільний об'єм приміщення становить 85 %. У повітря цеху виділяється пил у кількості $G = 150$ г/год., ГДК якого 4 мг/м³. Прийнято, що концентрація пилу у робочій зоні $q_{p.z.} = 4,5$ мг/м³, концентрація пилу у повітрі, яке подається у приміщення, $q_0 = 0,215$ мг/м³. Пил рівномірно розподілений у повітрі приміщення</p>
3	<p>У термічному відділенні цеху, вільний об'єм якого $V = 600$ м³, працюють $n = 5$ електродіалізаторів, кожна потужністю $N = 5$ кВт. Вентиляційні отвори витяжної вентиляції розташовані на висоті $h = 5$ м, температура зовнішнього повітря $t_n = +22^\circ\text{C}$, температура у робочій зоні ($t_{p.z.}$) повинна бути не вищою за 26°C. Температурний градієнт $\Delta t = 1,2^\circ\text{C}/\text{м}$. Масова ізобарна теплоємність повітря $c = 1$ кДж/(кг-град.), його густина $\gamma = 1,2$ кг/м³. Коефіцієнт нерівномірності розподілу тепла у приміщенні $k = 1,2$. На нагрівання повітря йде 70 % потужності електродіалізатора. Втрати тепла через зовнішні огороження становлять 5 %. Визначити необхідний повітрообмін та його кратність в приміщенні, якщо місцева вентиляція відсутня.</p>
4	<p>Визначити необхідний обмін повітря та кратність його обміну, за умови, що від кожної печі надходить $G_I = 25$ г чадного газу за годину. Гранично допустима концентрація чадного газу у робочій зоні $q_{ГДК} = 20$ мг/м³. Прийняти концентрацію газу у повітрі, що видаляється з приміщення, 20 мг/м³ ($0,02$ г/м³), в припливному повітрі $q_0 = 0,005$ г/м³, коефіцієнт нерівномірності $k = 1,2$. У термічному відділенні цеху, вільний об'єм якого $V = 600$ м³, працюють $n = 5$ електродіалізаторів, кожна потужністю $N = 5$ кВт. Вентиляційні отвори витяжної вентиляції розташовані на висоті $h = 5$ м, температура зовнішнього повітря $t_n = +22^\circ\text{C}$, температура у робочій зоні ($t_{p.z.}$) повинна бути не вищою за 26°C. Температурний градієнт $\Delta t = 1,2^\circ\text{C}/\text{м}$. Масова ізобарна теплоємність повітря $c = 1$ кДж/(кг-град.), його густина $\gamma = 1,2$ кг/м³. Коефіцієнт нерівномірності розподілу тепла у приміщенні $k = 1,2$. На нагрівання повітря йде 70 % потужності електродіалізатора. Втрати тепла через зовнішні огороження становлять 5 %. Місцева вентиляція відсутня</p>
5	<p>У виробничому приміщенні у повітря з технологічного обладнання надходить волога у кількості $W_I = 3000$ г/год. Розміри приміщення, м: $A \times B \times H = 12 \times 8 \times 4$. Працюючих ($n$) – 15 осіб. Робота, що виконується, середньої важкості. Вологомісткість повітря, що видаляється, $d_B = 20$ г/кг, зовнішнього – $q_3 = 18$ г/кг. Температура повітря $t_B = 20^\circ\text{C}$. Густина повітря $\gamma = 1,2$ кг/м³. Визначити необхідний повітрообмін і кратність обміну повітря.</p>

Продовження таблиці 2.7.

6	У приміщенні, де відсутні джерела виділення шкідливостей, працюють одночасно $N = 25$ осіб. Розміри приміщення у метрах $A \times B \times H = 12 \times 8 \times 3,2$, меблі та виробниче устаткування займають 15 % об'єму. Визначити найменшу необхідну кількість повітря для вентиляції та кратність повітрообміну.
7	В малярному цеху, вільний об'єм якого (V) = 2000 м ³ , виконується покриття деталей фарбою, основним розчинником якої є бензол. При висиханні фарби за годину випаровується 120 г розчинника. Коефіцієнт нерівномірності $k = 1$. Концентрація бензолу у зовнішньому повітрі $q_o = 0,05$ мг/м ³ . Визначити кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, щоб концентрація парів бензолу q не перевищувала гранично допустимої, двома методами: точним і спрощеним (за кратністю обміну повітря). Порівняти кратність обміну за цими розрахунками.
8	Визначити потрібний повітрообмін та його кратність для цеху, який має довжину 60 м, ширину 24 м, висоту 6 м. Вільний об'єм приміщення становить 85 %. У повітря цеху виділяється пил у кількості $G = 200$ г/год., ГДК якого 4 мг/м ³ . Прийнято, що концентрація пилу у робочій зоні $q_{p.з.} = 4,5$ мг/м ³ , концентрація пилу у повітрі, яке подається у приміщення, $q_o = 0,215$ мг/м ³ . Пил рівномірно розподілений у повітрі приміщення.
9	У термічному відділенні цеху, вільний об'єм якого $V = 800$ м ³ , працюють $n = 6$ електропечей, кожна потужністю $N = 5$ кВт. Вентиляційні отвори витяжної вентиляції розташовані на висоті $h = 5$ м, температура зовнішнього повітря $t_n = +20$ °С, температура у робочій зоні ($t_{p.з.}$) повинна бути не вищою за 26 °С. Температурний градієнт $\Delta t = 1,2$ °С/м. Масова ізобарна теплоємність повітря $c = 1$ кДж/(кг-град.), його густина $\gamma = 1,2$ кг/м ³ . Коефіцієнт нерівномірності розподілу тепла у приміщенні $k = 1,2$. На нагрівання повітря йде 70 % потужності електропечі. Втрати тепла через зовнішні огороження становлять 5 %. Визначити необхідний повітрообмін та його кратність в приміщенні, якщо місцева вентиляція відсутня.
10	У виробничому приміщенні у повітря з технологічного обладнання надходить волога у кількості $W_l = 1500$ г/год. Розміри приміщення, м: $A \times B \times H = 10 \times 5 \times 4$. Працюючих (n) – 8 осіб. Робота, що виконується, середньої важкості. Вологомісткість повітря, що видаляється, $d_B = 20$ г/кг, зовнішнього – $q_3 = 18$ г/кг. Температура повітря $t_B = 20$ °С. Густина повітря $\gamma = 1,2$ кг/м ³ . Визначити необхідний повітрообмін і кратність обміну повітря
11	У приміщенні, де відсутні джерела виділення шкідливостей, працюють одночасно $N = 20$ осіб. Розміри приміщення у метрах $A \times B \times H = 16 \times 12 \times 3,2$, меблі та виробниче устаткування займають 15 % об'єму. Визначити найменшу необхідну кількість повітря для вентиляції та кратність повітрообміну.
12	В малярному цеху, вільний об'єм якого (V) = 2500 м ³ , виконується покриття деталей фарбою, основним розчинником якої є ацетон. При висиханні фарби за годину випаровується 200 г розчинника. Коефіцієнт нерівномірності $k = 1$. Концентрація ацетону у зовнішньому повітрі $q_o = 0,05$ мг/м ³ . Визначити кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, щоб концентрація парів ацетону q не перевищувала гранично допустимої, двома методами: точним і спрощеним (за кратністю обміну повітря). Порівняти кратність обміну за цими розрахунками. ГДК ацетону 200 мг/м ³ .

Закінчення таблиці 2.7.

13	Визначити потрібний повітрообмін та його кратність для цеху, який має довжину 90 м, ширину 24 м, висоту 6 м. Вільний об'єм приміщення становить 85 %. У повітря цеху виділяється пил у кількості $G = 250$ г/год., ГДК якого 5 мг/м ³ . Прийнято, що концентрація пилу у робочій зоні $q_{p.з.} = 4,5$ мг/м ³ , концентрація пилу у повітрі, яке подається у приміщення, $q_0 = 0,150$ мг/м ³ . Пил рівномірно розподілений у повітрі приміщення.
14	В малярному цеху, вільний об'єм якого $(V) = 2000$ м ³ , виконується покриття деталей фарбою, основним розчинником якої є сольвент. При висиханні фарби за годину випаровується 180 г розчинника. Коефіцієнт нерівномірності $k = 1$. Концентрація сольвенту у зовнішньому повітрі $q_0 = 0,05$ мг/м ³ . Визначити кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, щоб концентрація парів сольвенту q не перевищувала гранично допустимої, двома методами: точним і спрощеним (за кратністю обміну повітря). Порівняти кратність обміну за цими розрахунками. ГДК сольвенту 100 мг/м ³ .
15	Визначити потрібний повітрообмін та його кратність для цеху, який має довжину 48 м, ширину 24 м, висоту 6 м. Вільний об'єм приміщення становить 85 %. У повітря цеху виділяється пил у кількості $G = 250$ г/год., ГДК якого 5 мг/м ³ . Прийнято, що концентрація пилу у робочій зоні $q_{p.з.} = 3,5$ мг/м ³ , концентрація пилу у повітрі, яке подається у приміщення, $q_0 = 0,2$ мг/м ³ . Пил рівномірно розподілений у повітрі приміщення.
16	У виробничому приміщенні у повітря з технологічного обладнання надходить волога у кількості $W_1 = 2500$ г/год. Розміри приміщення, м: $A \times B \times H = 8 \times 4 \times 4$. Працюючих (n) – 8 осіб. Робота, що виконується, середньої важкості. Вологомісткість повітря, що видаляється, $d_B = 20$ г/кг, зовнішнього – $q_3 = 18$ г/кг. Температура повітря $t_B = 25$ °С. Густина повітря $\gamma = 1,2$ кг/м ³ . Визначити необхідний повітрообмін і кратність обміну повітря
17	У приміщенні, де відсутні джерела виділення шкідливостей, працюють одночасно $N = 25$ осіб. Розміри приміщення у метрах $A \times B \times H = 20 \times 12 \times 3,2$, меблі та виробниче устаткування займають 15 % об'єму. Визначити найменшу необхідну кількість повітря для вентиляції та кратність повітрообміну.
18	В малярному цеху, вільний об'єм якого $(V) = 2000$ м ³ , виконується покриття деталей фарбою, основним розчинником якої є ксилол. При висиханні фарби за годину випаровується 250 г розчинника. Коефіцієнт нерівномірності $k = 1$. Концентрація ксилолу у зовнішньому повітрі $q_0 = 0,08$ мг/м ³ . Визначити кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, щоб концентрація парів ксилолу q не перевищувала гранично допустимої, двома методами: точним і спрощеним (за кратністю обміну повітря). Порівняти кратність обміну за цими розрахунками. ГДК ксилолу 50 мг/м ³ .
19	У виробничому приміщенні у повітря з технологічного обладнання надходить волога у кількості $W_1 = 1600$ г/год. Розміри приміщення, м: $A \times B \times H = 10 \times 6 \times 4$. Працюючих (n) – 12 осіб. Робота, що виконується, середньої важкості. Вологомісткість повітря, що видаляється, $d_B = 20$ г/кг, зовнішнього – $q_3 = 18$ г/кг. Температура повітря $t_B = 22$ °С. Густина повітря $\gamma = 1,2$ кг/м ³ . Визначити необхідний повітрообмін і кратність обміну повітря
20	У приміщенні, де відсутні джерела виділення шкідливостей, працюють одночасно $N = 30$ осіб. Розміри приміщення у метрах $A \times B \times H = 24 \times 12 \times 3,2$, меблі та виробниче устаткування займають 15 % об'єму. Визначити найменшу необхідну кількість повітря для вентиляції та кратність повітрообміну.

Місцева витяжна вентиляція

Місцева витяжна вентиляція призначена для уловлення та видалення шкідливостей безпосередньо з місць їх виділення чи утворення, щоб запобігти їх поширенню у зону дихання працюючих і у повітря виробничого приміщення.

Місцева вентиляція може виконуватись за допомогою різних відсмоктуючих пристроїв, а саме: закритих приймачів, витяжних зонтів, витяжних шаф, всмоктуючих панелей, бортових відсмоктувачів, спеціальних кожухів, вбудованих в обладнання відсмоктувачів, вітринних відсмоктувачів, укріттів, боксів тощо. Принципові схеми деяких з них наведені на рис. 2.2,

Головною характеристикою будь-якого пристрою витяжної вентиляції є швидкість повітря у відкритих прорізах чи отворах, через які засмоктується повітря. Розрахункова швидкість повітря у цих отворах приймається залежно від типу витяжного пристрою, характеру шкідливостей, виду операцій в укрітті, тепловиділень тощо. Вона має бути такою, щоб гарантувати ненадходження у зону дихання шкідливостей у концентрації, більшій за ГДК.

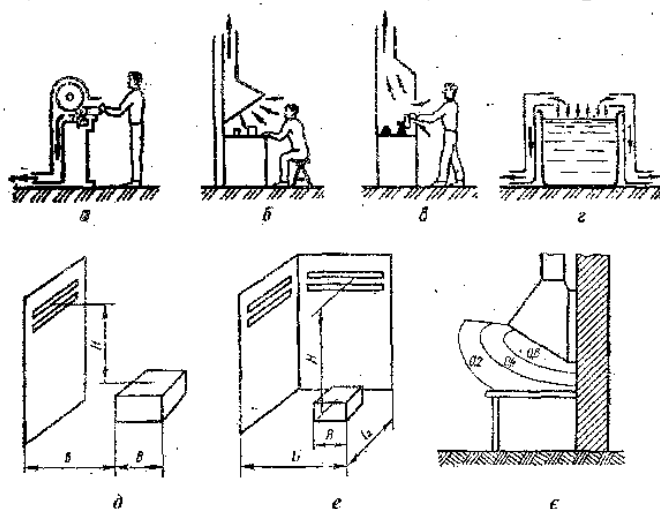


Рисунок 2.2 – Схеми пристроїв місцевої витяжної вентиляції:

а – кожух; б – витяжний зонт; в – витяжна шафа; г – двосторонній бортовий відсмоктувач; д – одностороння всмоктуюча панель; е – кутова всмоктуюча панель; є – похила панель

Витяжні шафи

Витяжні шафи різних конструкцій застосовують у хімічних лабораторіях, у приміщеннях для заряджання акумуляторів, при розважуванні та розфасовуванні сипучих матеріалів, термічній і гальванічній обробці деталей, фарбуванні виробів, роботах з полімерами, паяльних роботах тощо. Шафи можуть бути з верхнім, нижнім і комбінованим відсмоктуванням та спеціальні – для лабораторій (рис. 2.3).

Кількість повітря, що відсмоктується ($\text{м}^3/\text{год}$), необхідну для запобігання виходу шкідливих речовин у приміщення через робочий отвір шафи, визначають за формулою:

$$L = 3600 \cdot F \cdot v, \quad (2.31)$$

де F – площа робочого отвору шафи, м^2 ;

v – середня швидкість повітря в робочому отворі, м/с (для холодних малотоксичних речовин $v = 0,5 \div 0,7$; для гарячих процесів – $0,5 \div 1,0$; високо небезпечних – $1,0 \div 1,5$; для видалення пилу – $0,8 \div 1,5$).

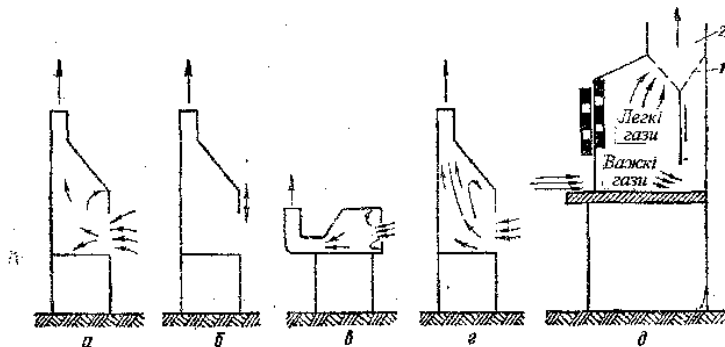


Рисунок 2.3 – Витяжні шафи: а, б – з верхнім; в – з нижнім; г – з комбінованим відсмоктуванням; д – для лабораторій (1 – перекидна заслінка; 2 – повітропровід).

Занаявності у шафі джерел тепловиділень необхідну кількість повітря, яке відсмоктується, можна розрахувати за формулою, м³/год:

$$L_t = 123 \cdot \sqrt[3]{Q \cdot h \cdot F^2} \quad (2.32)$$

де Q – ті тепловиділення у шафі, що йдуть на нагрів повітря в ній Вт·год (орієнтовно приймають 50 – 70 % від повної теплопродуктивності джерела;

h – висота отвору, м;

123 – переводний коефіцієнт.

Остаточно приймають більше з визначених даних.

Витяжні зонти

Витяжні зонти, найчастіше у вигляді пірамід, широко застосовуються на робочих місцях паяння, при роботах з виділенням шкідливих речовин у невеликих кількостях, зварювальних роботах, у ковальських горнах. Габарити зонту (рис. 2.4) приймають, враховуючи нижченаведене.

Висота підвісу зонта від рівня підлоги приймається 1,6 – 1,8 м.

Для надійної роботи зонта вертикальна відстань між кромкою зонта і поверхнею джерела шкідливостей h повинна бути мінімальною.

Розміри прямокутного зонта у плані визначаються за виразами:

$$A = a + 0,8 \cdot h; \quad B = b + 0,8 \cdot h \quad (2.33)$$

де a і b – довжина та ширина джерела надходжень шкідливостей ($B \geq 0,5A$).

Кут розкриття зонту φ слід приймати не більше 60° (у такому випадку осьова швидкість у нижньому перерізі зонта близька до середньої швидкості за усім перерізом).

Повна висота зонта:

$$H = \frac{A - D}{2 \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} + h_{\text{б}}, \quad (2.34)$$

де D – діаметр витяжної труби, м;
 $h_{\text{б}}$ – висота борту, м (береться 0,1-0,3 м).

Кількість повітря ($\text{м}^3/\text{год}$), що видаляється витяжкою від зонта, може бути розрахована за формулою :

$$L = 3600 \cdot F \cdot v_0, \quad (2.35)$$

де F – площа розрахункового перерізу, м^2 (за площу розрахункового перерізу приймають добуток периметра зонта на його відстань від джерела виділення шкідливості h):

$$F = 2 \cdot (A + B) \cdot h;$$

v_0 – середня швидкість повітря у розрахунковому перерізі зонта, м/с; значення v_0 приймають: а) для токсичних виділень: 1,2 ÷ 4,05 для зонта, відкритого з чотирьох боків; 1,05 ÷ 0,9 – з трьох боків; 0,9 ÷ 0,75 – з двох боків; 0,75 ÷ 0,5 – з одного боку; б) для нетоксичних виділень - 0,15+0,25.

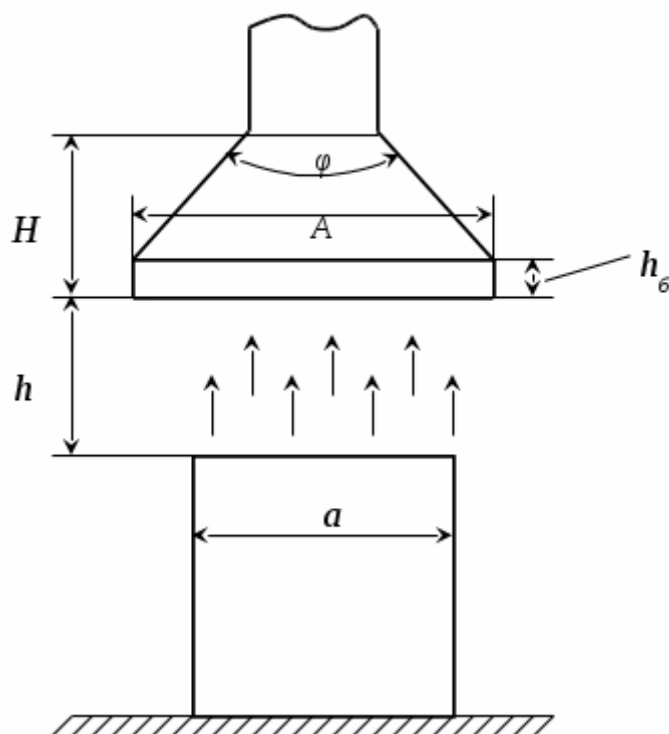


Рисунок 2.4 – Схема до визначення габаритів зонт

Приклади розрахунків місцевої витяжної вентиляції

Приклад 8.

У витяжній шафі, об'єм якої $V = 0,8 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням епоксидної смоли. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів смоли у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі.

Розв'язання.

Для видалення високотоксичних шкідливих речовин, до яких належать епоксидні смоли, приймаємо середню швидкість повітря у робочому перерізі шафи:

$$v = 1,5 \text{ м/с.}$$

Кількість повітря, яку необхідно видаляти з шафи:

$$L = 3600 \cdot F \cdot v = 3600 \cdot 0,2 \cdot 1,5 = 1080 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кратність повітрообміну:

$$K = \frac{L}{V} = \frac{1080}{0,8} = 1350 \text{ 1/год.}$$

Приклад 9.

Визначити необхідну кількість повітря для випадку прикладу 2.8, коли у шафі проводяться ті ж роботи, але додатково виділяється тепло, $Q = 600 \text{ Вт}$ за годину. Висота робочого отвору шафи $h = 0,4 \text{ м}$.

Розв'язання.

Об'єм повітря, необхідний для видалення надлишкового тепла від витяжної шафи:

$$\begin{aligned} L_T &= 123 \cdot \sqrt[3]{Q \cdot h \cdot F^2} = 123 \cdot Q^{\frac{1}{3}} \cdot h^{\frac{1}{3}} \cdot F^{\frac{2}{3}} = 123 \cdot 600^{\frac{1}{3}} \cdot 0,4^{\frac{1}{3}} \cdot 0,2^{\frac{2}{3}} = \\ &= 123 \cdot 8,43 \cdot 0,74 \cdot 0,34 = 261 \text{ м}^3/\text{год.} \end{aligned}$$

Кількість повітря, яку необхідно видаляти з шафи при роботах із застосуванням епоксидної смоли за попереднім розрахунком становить $L = 1080 \text{ м}^3/\text{год}$.

Остаточо приймаємо $L = 1080 \text{ м}^3/\text{год}$, що забезпечить видалення і шкідливих речовин, і надлишків тепла.

Приклад 10.

Робоче місце електрозварника необхідно обладнати витяжним зонтом

прямокутної форми, відкритим з трьох боків. Довжина зони шкідливих виділень $a = 0,44$ м, висота розташування зонта над деталями, що зварюється, $h = 0,7$ м.

Визначити розміри зонта та кількість повітря, що буде ним видалятися.

Розв'язання.

Розмір більшої сторони зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot h = 0,44 + 0,8 \cdot 0,7 = 1,0 \text{ м.}$$

Розмір меншої сторони:

$$B = 0,5 \cdot A = 0,5 \cdot 1,0 = 0,5 \text{ м.}$$

Приймаємо: висота підвісу зонту $H = 1,7$ м, кут розкриття зонту $\varphi = 60^\circ$, діаметр витяжної труби $D = 0,3$ м, висота борта $h_6 = 0,1$ м.

Повна висота зонту:

$$H = \frac{A - D}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} + h_6 = \frac{1,0 - 0,3}{2 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ} + 0,1 = 0,7 \text{ м.}$$

Площа розрахункового перерізу:

$$F = 2 \cdot (A + B) \cdot h = 2 \cdot (1,0 + 0,5) \cdot 0,7 = 2,1 \text{ м}^2.$$

Приймаємо середню швидкість повітря у розрахунковому перерізі зонта:

$$v_0 = 1,0 \text{ м/с.}$$

Кількість повітря, що буде видалятися витяжним зонтом:

$$L = 3600 \cdot F \cdot v_0 = 3600 \cdot 2,1 \cdot 1,0 = 7560 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Практичне завдання 2.

Вихідні дані для виконання практичного завдання 2 наведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Вихідні дані для виконання практичного завдання 2

№ варіанту	Умови задачі
1	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 0,8 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням ацетону. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів ацетону у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі.

Продовження таблиці 2.8.

2	Визначити необхідну кількість повітря у витяжній шафі об'ємом якої $V = 0,8 \text{ м}^3$, в ній проводяться роботи із застосуванням ксилолу. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів ксилолу у приміщення через робочий переріз та додатково виділяється тепло, $Q = 600 \text{ Вт}$ за годину. Висота робочого отвору шафи $h = 0,4 \text{ м}$.
3	Робоче місце електрозварника необхідно обладнати витяжним зонтом прямокутної форми, відкритим з трьох боків. Довжина зони шкідливих виділень $a = 0,50 \text{ м}$, висота розташування зонта над деталями, що зварюється, $h = 0,7 \text{ м}$.
4	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,2 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням скипидару. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів скипидару у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі.
5	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,0 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням скипидару. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів скипидару у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі. Додатково виділяється тепло, $Q = 800 \text{ Вт}$ за годину. Висота робочого отвору шафи $h = 0,4 \text{ м}$.
6	Робоче місце електрозварника необхідно обладнати витяжним зонтом прямокутної форми, відкритим з трьох боків. Довжина зони шкідливих виділень $a = 0,35 \text{ м}$, висота розташування зонта над деталями, що зварюється, $h = 0,7 \text{ м}$.
7	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,2 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням фенолу. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів фенолу у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі.
8	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,0 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням антрацену. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів антрацену у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі. Додатково виділяється тепло, $Q = 700 \text{ Вт}$ за годину. Висота робочого отвору шафи $h = 0,4 \text{ м}$.
9	Робоче місце електрозварника необхідно обладнати витяжним зонтом прямокутної форми, відкритим з трьох боків. Довжина зони шкідливих виділень $a = 0,6 \text{ м}$, висота розташування зонта над деталями, що зварюється, $h = 0,7 \text{ м}$.
10	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,4 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням аніліну. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів аніліну у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі.

Закінчення таблиці 2.8.

11	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,0 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням лігроїну. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів лігроїну у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі. Додатково виділяється тепло, $Q = 500 \text{ Вт}$ за годину. Висота робочого отвору шафи $h = 0,4 \text{ м}$
12	Робоче місце електрозварника необхідно обладнати витяжним зонтом прямокутної форми, відкритим з трьох боків. Довжина зони шкідливих виділень $a = 0,3 \text{ м}$, висота розташування зонти над деталями, що зварюються, $h = 0,7 \text{ м}$.
13	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,6 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням акролеїну. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів акролеїну у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі.
14	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,2 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням амліоризину. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів амліоризину у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі. Додатково виділяється тепло, $Q = 500 \text{ Вт}$ за годину. Висота робочого отвору шафи $h = 0,3 \text{ м}$
15	Робоче місце електрозварника необхідно обладнати витяжним зонтом прямокутної форми, відкритим з трьох боків. Довжина зони шкідливих виділень $a = 0,7 \text{ м}$, висота розташування зонти над деталями, що зварюються, $h = 0,7 \text{ м}$.
16	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,3 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням аргініну. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів аргініну у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі.
17	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,5 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням бензину. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів бензину у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі. Додатково виділяється тепло, $Q = 300 \text{ Вт}$ за годину. Висота робочого отвору шафи $h = 0,3 \text{ м}$
18	Робоче місце електрозварника необхідно обладнати витяжним зонтом прямокутної форми, відкритим з трьох боків. Довжина зони шкідливих виділень $a = 0,65 \text{ м}$, висота розташування зонти над деталями, що зварюються, $h = 0,7 \text{ м}$.
19	У витяжній шафі, об'єм якої $V = 1,7 \text{ м}^3$, проводяться роботи із застосуванням ампіциліну. Площа робочого отвору шафи $F = 0,2 \text{ м}^2$. Визначити кількість повітря, яке необхідно видаляти із шафи для запобігання виходу випарів акролеїну у приміщення через робочий переріз, та кратність повітрообміну у шафі.
20	Робоче місце електрозварника необхідно обладнати витяжним зонтом прямокутної форми, відкритим з трьох боків. Довжина зони шкідливих виділень $a = 0,55 \text{ м}$, висота розташування зонти над деталями, що зварюються, $h = 0,7 \text{ м}$.

Розрахунок повітропроводів, вибір вентиляторів і електродвигунів

Методика аеродинамічного розрахунку і вибору вентилятора та електродвигуна Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Після визначення необхідної кількості обмінного повітря обирається схема повітропроводів з розташуванням вентиляційного обладнання. Визначаються конструктивні розміри повітропроводів і втрати тиску повітря в них.

Розрахунок починається з найдовшої і найбільш навантаженої гілки розгалуження, а в ній – з самої далекої ділянки. При розрахунку необхідно дотримуватись умови, за якої швидкість повітря на ділянках повинна більш-менш плавно зростати у міру наближення до вентилятора. Тиск витрачається на лінійні та місцеві опори. Втрати тиску в послідовно розташованих ділянках складаються.

У випадку розгалуженої схеми повітропроводів, визначивши втрати тиску повітря в одній гілці, розраховують в другій. Якщо різниця втрат тиску в гілках перевищує 10 %, тоді на одній з них потрібно змінити переріз однієї чи декількох ділянок. Втрати тиску повітря в опустах та паралельних ним ділянках мають бути за можливістю рівними.

Необхідність дотримання рівності втрат тиску в паралельних ділянках пояснюється тим, що повітря виходить з точки розгалуження на кожному з них з одним і тим же тиском. Якщо, наприклад, тиск в якомусь з опустів при розрахунку не витратиться повністю, це означає, що по цій гілці повітропроводу повітря піде більше, ніж потрібно згідно з розрахунком. Навпаки, коли тиск при розрахунку перевитрачатиметься, повітря через опуст піде менше потрібного.

Якщо нев'язка щодо втрат тиску перевищує 10 %, змінюють перерізи опустів. Перерахунок витрат повітря L і діаметра повітропроводу d з метою пов'язування втрат тиску у двох порівнюваних ділянках провадиться за формулами:

$$L_2 = L \cdot \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad d_2 = d \cdot \sqrt[4]{\frac{p_1}{p_2}}, \text{ м.} \quad (2.36)$$

У тих випадках, коли при наявності надлишку тиску зміною перерізу опусту не вдасться досягнути бажаного результату, можна цей надлишок погасити за допомогою засувки або дросель-клапану, визначивши розрахунком рівень їх відкриття.

За методом питомих втрат втрати тиску визначаються за формулою:

$$p = \sum_{i=1}^n (p_{\text{мер}i} \cdot l_i + Z_j), \quad (2.37)$$

де $p_{\text{мер}i}$ – питомі витрати тиску на тертя повітряного потоку на 1 лінійний метр довжини i -ї ділянки повітропроводу, Н/ м²;

l – довжина i -ї ділянки повітропроводу, м;

Z_j – втрати тиску на місцеві опори на ділянці, Н/ м²:

$$Z_j = \sum_{j=1}^m \xi \cdot p_{\partial}, \quad (2.38)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору (скорочено КМО). Значення КМО елементів повітропроводів (коліна, припливного отвору, трійника та ін.) визначаються дослідним шляхом і подаються у довідниках у готовому вигляді;

$$p_{\partial} \text{ – динамічний тиск, Н/ м}^2 \left(p_{\partial} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \right).$$

Аеродинамічний розрахунок повітропроводів виконується за допомогою таблиць або номограм. В них пов'язуються величини L, d, v, p_{∂} (див. номограму на рис. 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9).

Знаючи витрату повітря L та задаючись його швидкістю v , за номограмою (або таблицею) знаходять діаметр повітропроводу d , питомі втрати тиску на тертя та динамічний тиск p_{∂} . Таблиці та номограми складені для сталевих повітропроводів круглого перерізу. Якщо застосовуються повітропроводи з інших матеріалів чи іншої форми перерізу, необхідно робити відповідні перерахунки.

При розрахунку систем механічної вентиляції швидкості повітря, м/с, приймають такими (див. табл. 2.9):

Таблиця 2.9 – Швидкість повітря в повітропроводах

Тип повітропроводів	В адміністративно-побутових будинках	В промислових будинках
Магістральні	5 ÷ 8	8 ÷ 12
Відгалуження	1 ÷ 5	2 ÷ 6

Підрахувавши лінійні і місцеві втрати тиску повітря для кожної ділянки, складають їх та отримують загальні (повні) втрати.

Вибір вентилятора

Технічними показниками ефективності роботи вентилятора є:
 кількість повітря, що переміщується за одиницю часу (або продуктивність) L , м³/год;
 повний тиск p , Н/м²;
 діаметр колеса d_x , дм;
 число обертів колеса за хвилину n , об/хв;
 коефіцієнт корисної дії (ККД)

потужність, що споживається, N , кВт.

Промисловістю випускаються різні типи осьових і відцентрових вентиляторів різних розмірів (номерів). Номер вентилятора показує розмір діаметра робочого колеса в дециметрах. При виборі типу і номеру вентилятора необхідно надавати перевагу тому вентилятору, у якого найбільший ККД, відносно невелика окружна швидкість колеса, а число обертів дозволяє здійснити сполучення з електродвигуном на одному валу.

Для вибору вентилятора необхідно знати потрібну продуктивність L_B і тиск p . Продуктивність приймається з урахуванням витоків чи підсмоктування повітря в повітропроводах:

$$L_B = k \cdot L, \quad (2.39)$$

де k – коефіцієнт, що враховує витоків або підсмоктування повітря;

L – розрахункова кількість повітря для вентиляції, м³/год.

Коефіцієнт k для сталевих, азбоцементних та пластикових повітропроводів довжиною до 50 м приймають 1,1, а в інших випадках – 1,15. Характеристики вентиляторів МЦ та 06-320 наведені в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Технічна характеристика осьових вентиляторів МЦ та 06-320

Тип та номер вентилятора	Подача L_0 , тис. м ³ /год	Діаметр робочого колеса, мм	Повний тиск P_0 , Па	Частота обертання, хв. ⁻¹	Потужність електродвигуна, кВт
<i>МЦ</i>					
№4	1,5...6,5	400	70...330		0,3
№5	4,5...7,0	500	60...120		0,4
№6	8,0...14,0	600	100...180		1,0
№7	12...19	700	120...230		2,0
№8	18...27	800	200...300		3,5
№10	24...35	1000	160...210		3,5
№12	30...48	1200	100...170		3,5
<i>06-320</i>					
№4	1,2...6,5	400	40...330	1440...2860	0,1...1,0
№5	2,2...6,3	500	60...130		0,4
№6	4,5...11,0	600	90...180		1,0
№7	9...17	700	130...230		1,7
№8	7...26	800	70...330	930...1440	1,0...4,5
№10	15...34	1000	110...220		2,2
№12	26...61	1200	160...340		7,0

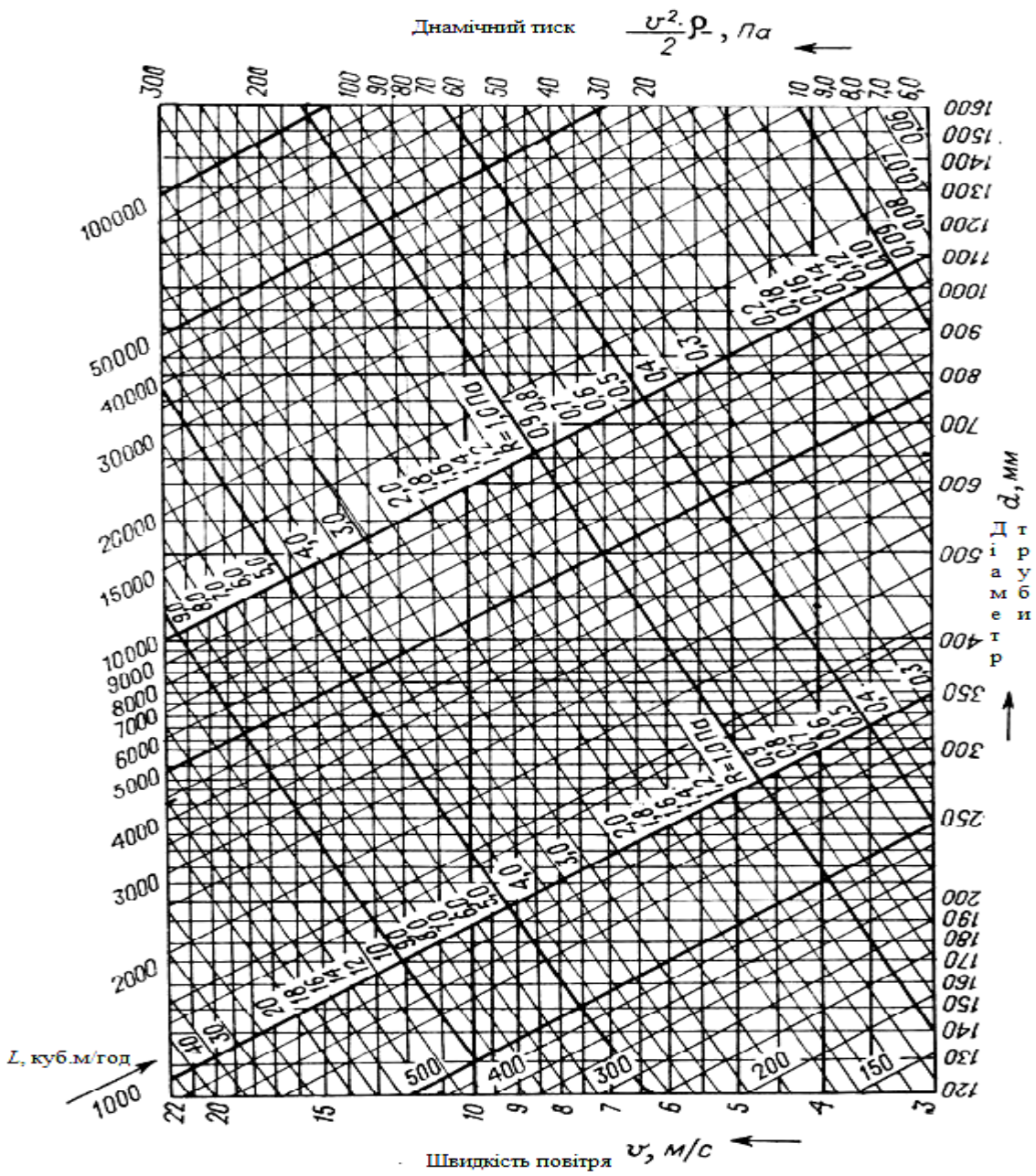


Рисунок 2.5 - Номограма для розрахунку круглих сталевих повітропроводів

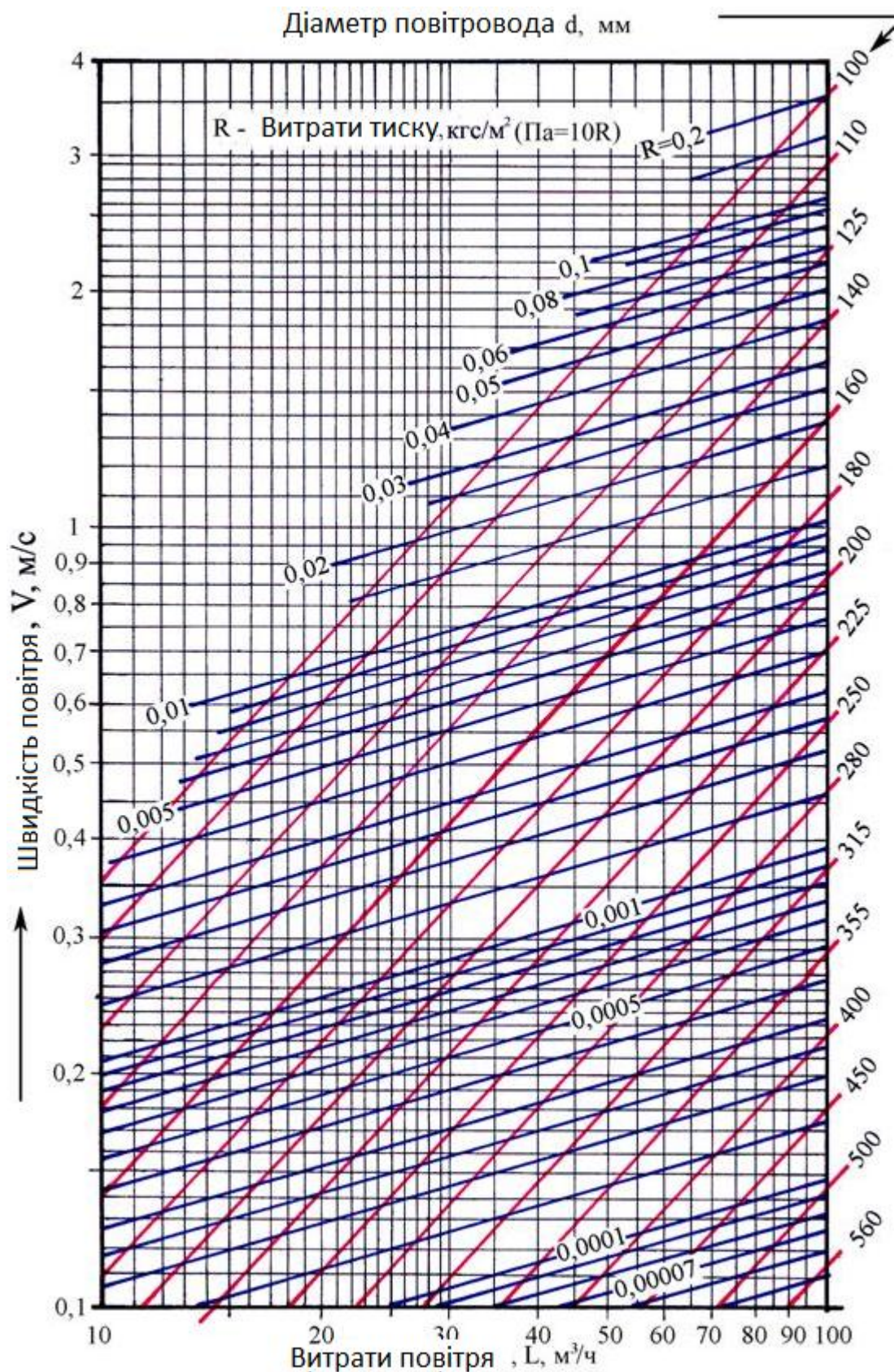


Рисунок 2.6 – Номограма для розрахунку круглих сталевих повітроводів при витраті повітря до $100 \text{ м}^3/\text{год}$ і швидкості повітря від $0,1$ до 4 м/с

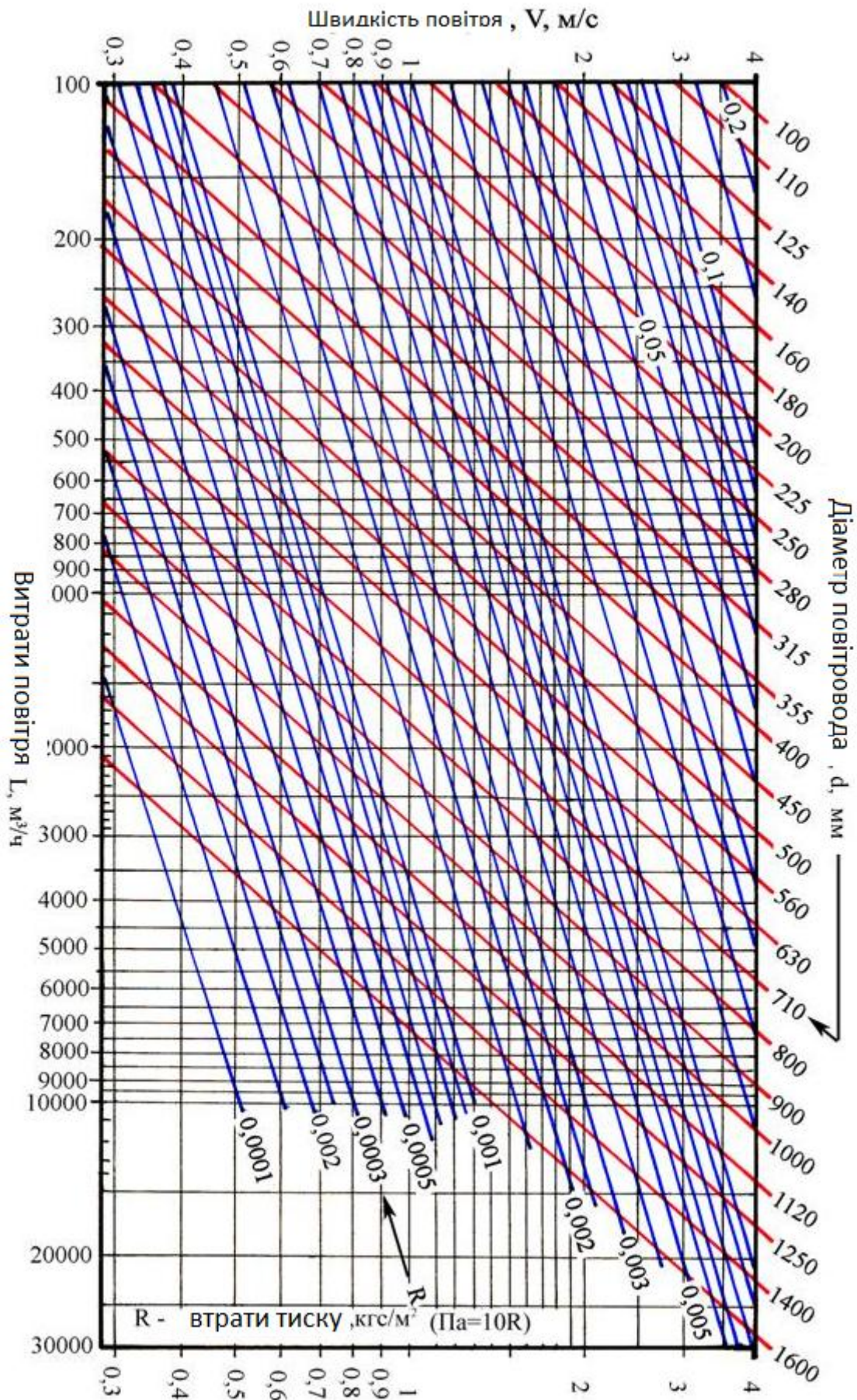


Рисунок 2.7 – Номограма для розрахунку круглих сталевих повітроводів при витраті повітря 100 до 10000 м³/год при швидкості повітря від 0,3 до 4 м/с.

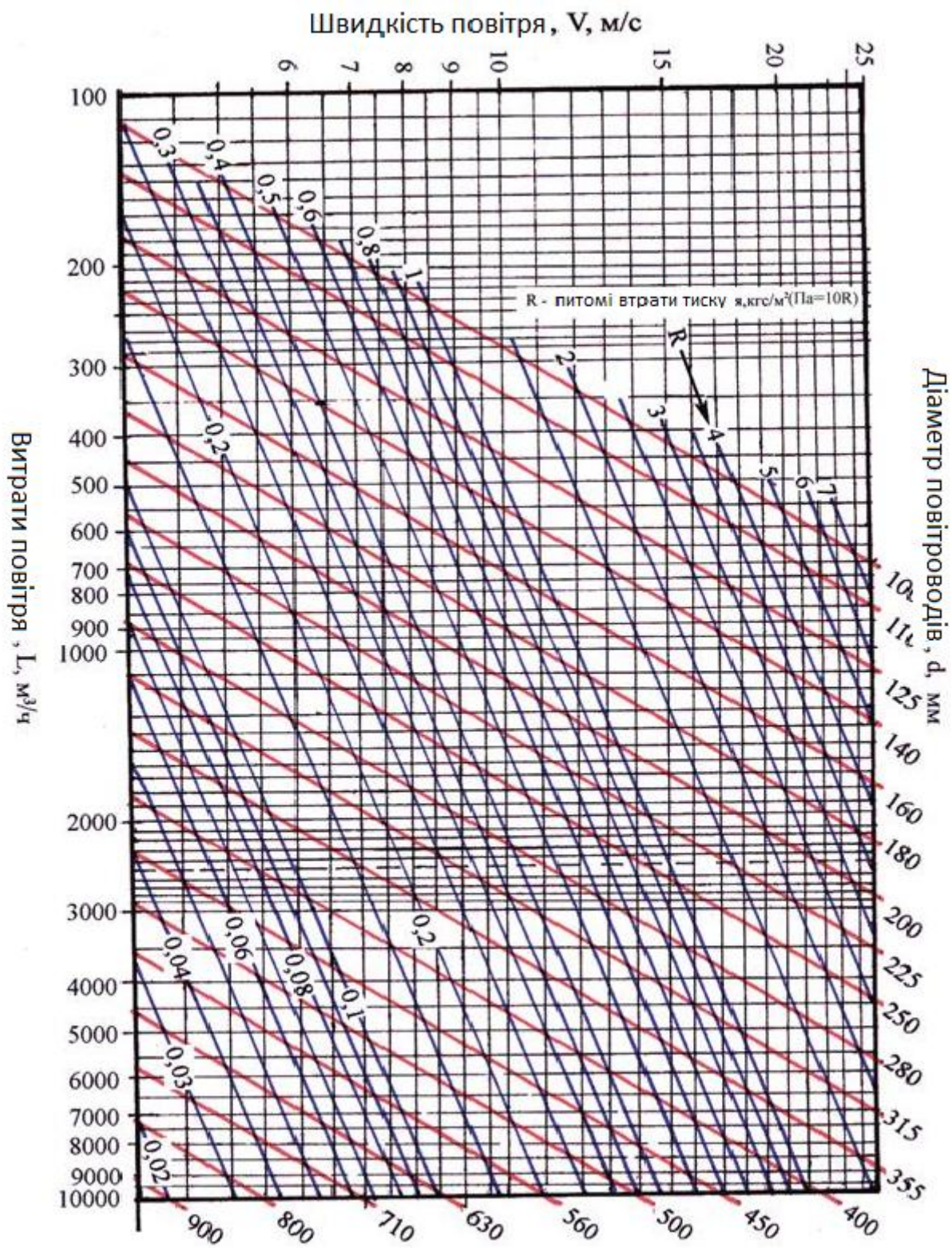


Рисунок 2.8 – Номограма для розрахунку круглих сталевих повітроводів при витраті повітря від 100 до 10000 м³/год при швидкості повітря від 4 до 25 м/с.

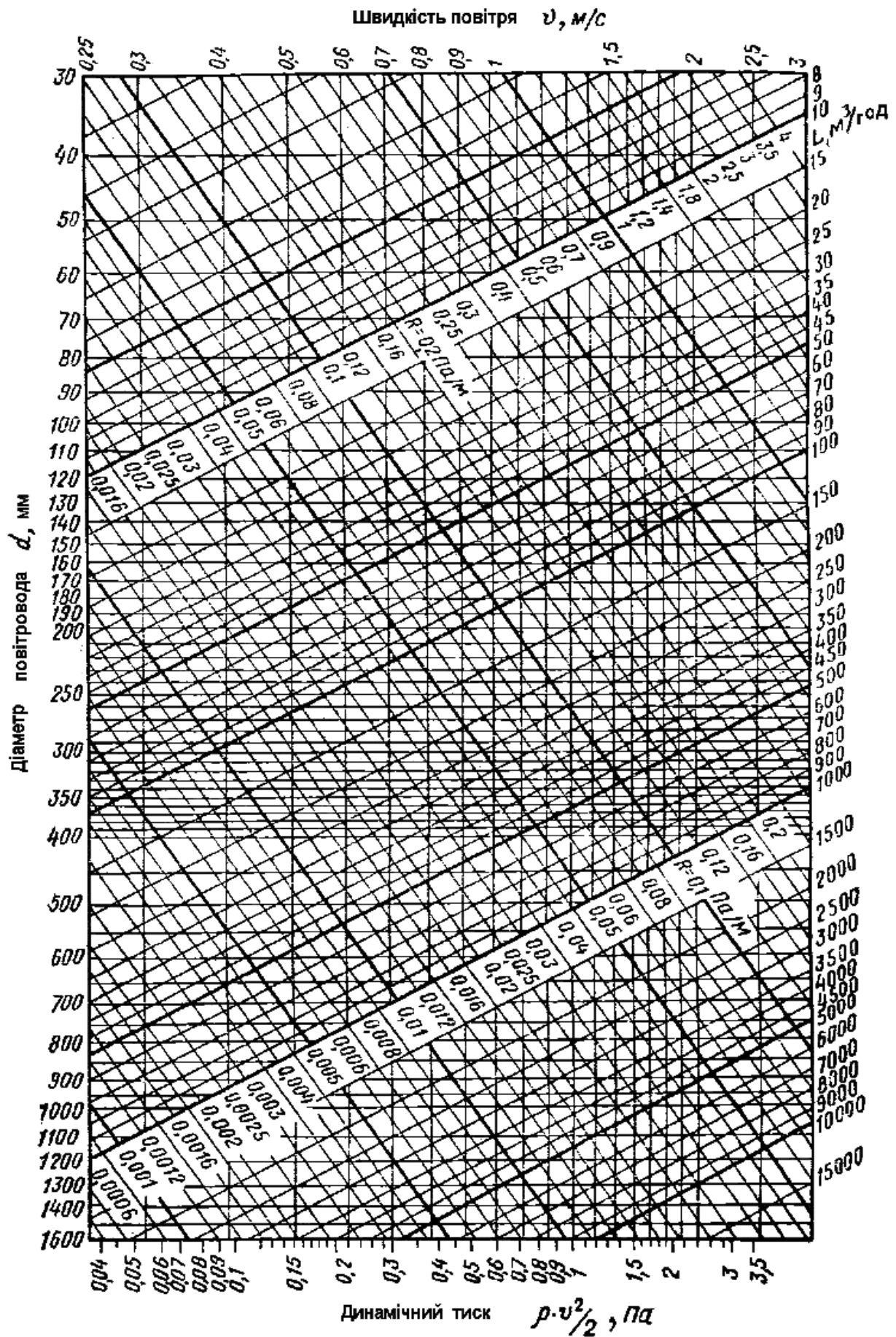


Рисунок 2.9 - Номограма для розрахунку круглих сталевих повітроводів

Вибір електродвигуна

Необхідна потужність на валу електродвигуна визначається за формулою:

$$N = \frac{L_B \cdot p}{3600 \cdot \eta_B \cdot \eta_{II} \cdot 1000}, \text{ кВт} \quad (2.40)$$

де L_B – продуктивність вентилятора, м³/год;
 p – тиск, що утворюється вентилятором, Н/м²;
 η_B, η_{II} – ККД відповідно вентилятора і передачі.

Установча потужність електродвигуна N_y визначається з урахуванням коефіцієнта запасу:

$$N_y = k_3 \cdot N, \text{ кВт} \quad (2.41)$$

Значення k_3 приймають залежно від потужності на валу і типу вентилятора (Додаток Б, табл. Б.4).

Між робочими характеристиками вентилятора: продуктивністю L_B , числом обертів n , тиском p , що утворює вентилятор, та потужністю N , що він споживає, існують обумовлені подібністю потоків повітря на різних режимах роботи вентилятора залежності:

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3, \quad (2.42)$$

а також залежності між робочими характеристиками вентилятора і діаметром ротора d :

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^3; \quad \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^5. \quad (2.43)$$

Ці залежності можна використовувати для розрахунку робочих характеристик вентилятора при зміні продуктивності, тиску або швидкості обертання ротора, а також при зміні діаметра ротора (у межах $0,95 \div 1,05 d$). Таким чином, роботу витяжного пристрою можна регулювати найбільш економічним способом – зміною режиму роботи вентилятора.

Приклад розрахунку вентиляційної установки

Приклад 11.

Вибрати вентилятор та електродвигун для місцевої витяжної

вентиляційної установки при необхідній кількості аспіраційного повітря $L = 3000 \text{ м}^3/\text{год}$ при температурі $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ відповідно до наведеної схеми вентиляції (рис. 2.13) з трьома однаковими витяжними пристроями. Повітропроводи сталеві круглого перерізу. В схемі присутня уловлювальна камера.

Розв'язання.

Як означено в умовах задачі довжина ділянок вентиляційної мережі l_i : $l_1 = 6 \text{ м}$; $l_2 = 3 \text{ м}$; $l_3 = 3 \text{ м}$; $l_4 = 3 \text{ м}$; $l_5 = 10 \text{ м}$; $l_6 = 6 \text{ м}$.

Як означено в умовах задачі кількість аспіраційного повітря ($\text{м}^3/\text{год}$) на ділянках: 1, 2 і 4 = 1000, на ділянці 3 = 2000, на ділянках 5 та 6 = 3000.

Приймаємо швидкість повітряного потоку v на ділянках: 1, 2 та 4 = 6 м/с, на ділянці 3 = 8 м/с, на ділянках 5 та 6 = 12 м/с.

Відповідно до кількості повітря, що має протікати через окремі ділянки, та швидкості його руху визначаємо необхідні значення перерізів повітропроводів, використовуючи відому формулу $L = 3600 \cdot F \cdot v$, розв'язуючи її відносно d для круглого перерізу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot L}{\pi \cdot 3600 \cdot v}} = 0,019 \cdot \sqrt{\frac{L}{v}} \text{ м.}$$

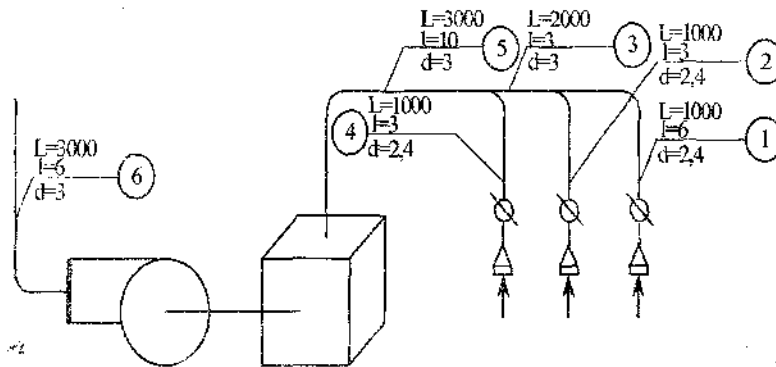


Рисунок 2.10 – Схема витяжної вентиляції до розрахунку:

1 ÷ 6 – номери ділянок вентиляційної мережі; l – довжина ділянок, м; d – діаметр ділянки повітропроводу, дм; L – кількість повітря, що протікає через ділянку, $\text{м}^3/\text{год}$

$$\text{Для ділянок 1, 2 та 4 } d = 0,019 \cdot \sqrt{\frac{1000}{6}} = 0,24 \text{ м;}$$

$$\text{для ділянки 3 } d = 0,019 \cdot \sqrt{\frac{2000}{8}} = 0,30 \text{ м;}$$

$$\text{для ділянок 5 та 6 } d = 0,019 \cdot \sqrt{\frac{3000}{12}} = 0,30 \text{ м.}$$

Визначаємо питомі втрати тиску ($\text{Н}/\text{м}^2$) на тертя на 1 лінійний метр на ділянках за номограмою рис. 2.5 -2.9:

$$P_{\text{тер}_{1,2,4}} = 1,9; P_{\text{тер}_3} = 2,3; P_{\text{тер}_{5,6}} = 5,4.$$

Визначаємо втрати тиску в мережі за рахунок тертя повітряного потоку в повітропроводах:

$$\begin{aligned}
 p_{\text{тер}} &= p_{\text{тер}_1} \cdot l_1 + p_{\text{тер}_2} \cdot l_2 + p_{\text{тер}_3} \cdot l_3 + p_{\text{тер}_3} \cdot l_3 + p_{\text{тер}_4} \cdot l_4 + p_{\text{тер}_5} \cdot l_5 + p_{\text{тер}_6} \cdot l_6 = \\
 &= p_{\text{тер}_1} \cdot (l_1 + l_2 + l_3) + p_{\text{тер}_3} \cdot l_3 + p_{\text{тер}_5} \cdot (l_5 + l_6) = 1,9 \cdot (6 + 3 + 3) + 2,3 \cdot 3 + 5,4 \cdot (10 + 6) = 116,1 \text{ Н/м}^2.
 \end{aligned}$$

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів:

на ділянці 1 – повітрозабірник з $\xi = 1,0$; дуга 90° п'яти сегментна з $\xi = 0,2$; дифузор (перехід до більшого діаметру) з $\xi = 0,44$;

на ділянках 2 та 4 місцеві опори аналогічні ділянці 1;

на ділянці 3 місцеві опори відсутні;

на ділянці 5 – дві дуги з $\xi = 0,2$; вловлююча камера з $\xi = 1,5$;

на ділянці 6 – дуга 90° з $\xi = 0,2$; ковпак над трубою з $\xi = 0,23$.

Визначаємо динамічний тиск (швидкісний напір) на ділянках мережі за формулою:

$$p_\partial = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \text{ при } \rho = 1,2 \text{ кг/м}^3.$$

Динамічний тиск:

на ділянках 1, 2 та 4 буде однаковим і становитиме:

$$p_\partial = \frac{1,2 \cdot 6^2}{2} = 21,6 \text{ Н/м}^2;$$

$$\text{на ділянці 3: } p_\partial = \frac{1,2 \cdot 8^2}{2} = 34,4 \text{ Н/м}^2;$$

$$\text{на ділянках 5 і 6: } p_\partial = \frac{1,2 \cdot 12^2}{2} = 86,4 \text{ Н/м}^2.$$

Визначаємо втрати тиску на місцеві опори за формулою 2.16:

$$\text{на ділянках 1, 2 і 4 (на кожній з них): } Z_1 = (1 + 0,2 + 0,44) \cdot 21,6 \cdot 3 = 106,27 \text{ Н/м}^2;$$

$$\text{на ділянці 5: } Z_5 = (2 + 0,2 + 1,5) \cdot 86,4 = 319,68 \text{ Н/м}^2;$$

$$\text{на ділянці 6: } Z_6 = (0,2 + 0,23) \cdot 86,4 = 37,15 \text{ Н/м}^2.$$

Загальні втрати тиску на місцеві опори:

$$Z = 3 \cdot Z_1 + Z_5 + Z_6 = 106,27 + 319,68 + 37,15 = 463,1 \text{ Н/м}^2.$$

Загальний потрібний напір вентилятора:

$$p = p_{\text{тер}} + Z = 116,1 + 463,1 \cong 580 \text{ Н/м}^2.$$

Потрібна продуктивність вентилятора:

$$L_B = k \cdot L = 1,1 \cdot 3000 = 3300 \text{ м}^3/\text{год}.$$

За діаграмою типової робочої характеристики відцентрового вентилятора марки Ц4-70 №4 визначаємо, що даний вентилятор з числом обертів 1560 об/хв є найбільш придатним для даного випадку, тому що його ККД при цьому $\eta = 0,78$.

Необхідна потужність на валу вентилятора:

$$N = \frac{L_B \cdot p}{3600 \cdot \eta_B \cdot \eta_{II} \cdot 1000} = \frac{3300 \cdot 580}{3600 \cdot 0,78 \cdot 0,9 \cdot 1000} = 0,76 \text{ кВт}.$$

Коефіцієнт запасу потужності за Додатком Б, табл. Б.4. $k_3 = 1,3$, тоді потужність на валу електродвигуна:

$$N_y = k_3 \cdot N = 1,3 \cdot 0,76 = 0,98,$$

приймаємо електродвигун потужністю 1,0 кВт.

Практичне завдання 3.

Вибрати вентилятор та електродвигун для місцевої витяжної вентиляційної установки при необхідній кількості аспіраційного повітря $L = 3000 \text{ м}^3/\text{год}$ при температурі $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ відповідно до наведеної схеми вентиляції (рис. 2.13) з трьома однаковими витяжними пристроями. Повітропроводи сталеві круглого перерізу. В схемі присутня уловлювальна камера. Довжина ділянок вентиляційної мережі та кількість аспіраційного повітря наведені в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Вихідні дані для виконання практичного завдання 3

№ ва-ріан-ту	Довжина ділянок, м						Кількість аспіраційного повітря, м ³ /год				
	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	загальна	на ділянках			
								1, 2, 4	3	5 та 6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	6	3	3	3	10	6	2000	2000	1000	2000	
2	5	2,5	2,5	2,5	8	2,5	4000	2000	2000	2000	
3	4	2	2	2	6	2	2000	2000	1000	2000	
4	7	3,5	3,5	3,5	12	3,5	5000	3000	2000	3000	
5	8	4	4	4	12	4	6000	4000	2000	4000	
6	4	3	3	3	10	3	2000	2000	1000	2000	
7	5	2	2	2	8	2	4000	2000	2000	2000	
8	6	2,5	2,5	2,5	9	2,5	2000	2000	1000	2000	
9	7	3	3	3	8	3	5000	3000	2000	3000	
10	8	3,5	3,5	3,5	7	3,5	6000	4000	2000	4000	
11	5	4	4	4	12	4	2000	2000	1000	2000	
12	6	2	2	2	10	2	4000	2000	2000	2000	

Закінчення таблиці 2.11.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	7	3	3	3	9	3	2000	2000	1000	2000
14	8	3,5	3,5	3,5	11	3,5	5000	3000	2000	3000
15	4	2	2	2	8	2	6000	4000	2000	4000
16	6	2,2	2,5	2,5	6	2,5	2000	2000	1000	2000
17	7	3	3	3	10	3	4000	2000	2000	2000
18	8	4	4	4	8	4	2000	2000	1000	2000
19	4	2,5	2,5	2,5	7	2,5	5000	3000	2000	3000
20	5	2,5	2,5	2,5	10	2,5	6000	4000	2000	4000

2.2 Освітлення виробничих приміщень

Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Біля 90 % інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання усіх видів робіт. Світло є не тільки важливою умовою роботи зорового аналізатора, але й є біологічним фактором розвитку організму людини в цілому. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм – бадьорість та сон. Отже недостатня освітленість або її надмірна кількість знижують рівень збудженості центральної нервової системи і, природна активність усіх життєвих процесів. Раціональне освітлення є важливим фактором загальної культури виробництва. Неможливо забезпечити чистоту і порядок у приміщенні, в якому напівтемрява, світильники брудні або в занедбаному стані.

Стан освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль і для попередження виробничого травматизму. Багато нещасних випадків на виробництві стається через погане освітлення. Втрати від цього становлять досить значні суми, а, головне, людина може загинути або стати інвалідом. Раціональне освітлення повинно відповідати таким умовам:

- бути достатнім (відповідати нормі);
- рівномірним;
- не утворювати тіней на робочій поверхні;
- не засліплювати робітника;
- напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню робіт.

Це сприяє підтримці високого рівня працездатності, зберігає здоров'я людини та зменшує травматизм.

За своєю природою світло – це видиме випромінювання електромагнітних хвиль довжиною від 380 до 780 нм. Видиме світло (так зване «біле») є складовою цілого ряду кольорів, які залежать від довжини електромагнітних хвиль: фіолетовий 380 – 450 нм; синій 450 – 510 нм; зелений 510 – 575 нм; жовтий 575 – 620 нм; червоний 620 – 70 нм. Випромінювання вище 780 нм називають інфрачервоним, нижче 380 нм – ультрафіолетовим.

Залежно від джерела освітлення можуть бути трьох видів:

- природне – пряме або відбите світло сонця (небосхилу), що освітлює через світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях;
- штучне – здійснюється штучними джерелами світла (лампами газорозрядними, світлодіодними) і призначене для освітлення приміщень в темні години доби. Або таких приміщень, які не мають природного освітлення;
- комбіноване (суміщене) – одночасне поєднання природного і штучного освітлення.

2.2.1 Розрахунок природного освітлення

Освітлення – отримання, розподіл і використання світлової енергії для забезпечення сприятливих умов бачення предметів і об'єктів. Воно впливає на настрій і самопочуття, визначає ефективність праці.

Раціональне освітлення приміщень і робочих місць – одна з найважливіших умов створення сприятливих і безпечних умов праці.

Близько 80% із загального об'єму інформації людина отримує через зоровий апарат. Якість отриманої інформації багато в чому залежить від освітлення: незадовільне в кількісному або якісному відношенні освітлення не тільки стомлює зір, але і викликає стомлення організму в цілому. Нераціонально організоване освітлення може, крім того, з'явитися причиною травматизму: погано освітлені небезпечні зони, сліпучі джерела світла і відблиски від них, різкі тіні і пульсації освітленості погіршують видимість і можуть викликати неадекватне сприйняття об'єкту, що спостерігається.

Природне освітлення створюється природними джерелами світла – прямими сонячними променями і дифузійним світлом небосхилу (решта сонячних променів, розсіяних атмосферою).

Природне освітлення – освітлення приміщень прямим або відбитим денним світлом (видима частина променевої енергії сонця). Природне освітлення позитивно впливає на психофізіологічний стан людини. Усі виробничі приміщення повинні мати світлові прорізи з достатнім природним освітленням.

Приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати природне освітлення, яке забезпечується бічним, верхнім або комбінованим світлом.

Бічне природне освітлення – освітлення приміщення через світлові прорізи у зовнішніх стінах.

Верхнє природне освітлення – освітлення приміщень через світлові ліхтарі, прорізи у покритті або у стінах місць перепаду висот будівлі.

Комбіноване освітлення – поєднання верхнього та бічного природного освітлення.

Без природного освітлення можуть бути збудовані:

- конференц-зали;
- зали засідань;
- виставкові зали;
- роздягальні, санітарно-побутові приміщення;
- приміщення для чекання;

- приміщення для особистої гігієни жінок;
- коридори і проходи.

Вимоги до природного освітлення

Приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати природне освітлення. Без природного освітлення допускається проектування приміщень, які визначені відповідними державними будівельними нормами та стандартами, а також приміщення, розміщення яких дозволено в підвальних поверхах будівель.

Природне освітлення поділяється на бокове, верхнє і комбіноване (верхнє і бокове), транспортоване та акумульоване.

Нормовані значення КПО, D_n , %, треба визначати залежно від призначення приміщень за Додатком Б, таблицями Б.7, Б.8 чи Б.9, Б.10, Б.11.

В приміщеннях житлових і громадських будівлях при боковому освітленні з однієї сторони нормоване мінімальне значення КПО повинно бути забезпечено в розрахунковій точці робочої поверхні, найбільш віддаленій від вікон. Розрахункова точка лежить на перетині робочої поверхні та площини характерного розрізу на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам. Робочою поверхнею є:

- у житлових приміщеннях житлових будинків і гуртожитків, у вітальнях і номерах готелів, в ігрових приміщеннях дошкільних навчальних закладів, у ізоляторах і кімнатах для хворих дітей, у палатах лікарень, госпіталів, у палатах і спальних кімнатах санаторіїв, будинків відпочинку і пансіонатів – підлога;

- у навчальних і навчально-виробничих приміщеннях шкіл, шкіл-інтернатів, професійно-технічних і вищих навчальних закладів I-II рівня акредитації, у кабінетах лікарів, які приймають хворих в оглядових, у приймально-оглядових боксах, у перев'язочних – умовна робоча поверхня, що розташована на висоті 0,8 м над підлогою;

- у інших приміщеннях різного призначення – згідно з додатком Д ДБН В.2.5-28:2018.

У виробничих приміщеннях глибиною до 6 м при односторонньому боковому освітленні нормується мінімальне нормоване значення КПО повинно бути забезпечено у розрахунковій точці умовної робочої поверхні, що знаходиться на перетині цієї поверхні та вертикальної площини характерного розрізу приміщення на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам, або в найбільш віддаленій від вікон точці робочої поверхні, в якій триває виробничий процес.

У великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше ніж 6 м при боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, віддаленій від світлових прорізів:

- на 1,5 м. висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I-IV розрядів;

- на 2 м. висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V-VII розрядів;

- на 3 м. висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

У приміщеннях глибиною 6 м та більше доцільно застосовувати на вікнах спеціальні світловідбивні екрани та жалюзі, що перерозподіляють світловий потік в глибину приміщення.

При боковому освітленні приміщень крізь вікна, що розташовані у кількох стінах, за винятком виробничих приміщень глибиною більше ніж 6 м, мінімальне нормоване значення КПО повинно бути забезпечено у найменш освітленій точці робочої поверхні по характерному розрізу приміщення. При боковому двосторонньому освітленні таких приміщень та однакових вікнах з обох сторін дозволяється за розрахункову точку приймати точку, розташовану в центрі приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу і робочої поверхні.

При верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень різного призначення нормується середнє значення КПО по робочій поверхні та мінімальне значення у найменш освітленій точці робочої поверхні. Розрахунок проводиться для точок робочої поверхні по характерному розрізу приміщення. Розрахункових точок повинно бути не менше ніж п'ять на прогін. Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні стін (перегородок) або осі колон. Точки розташовуються рівномірно. При цьому нерівномірність природного освітлення робочої площини, не повинна перевищувати 3:1.

Нерівномірність природного освітлення не нормується:

- у приміщеннях з боковим освітленням;
- у виробничих приміщеннях з верхнім або комбінованим освітленням, в яких виконуються зорові роботи VII і VIII розрядів;
- у допоміжних приміщеннях цивільних будівель з верхнім або комбінованим освітленням, в яких виконуються зорові роботи розрядів Г та Д.

Для деяких приміщень, де виконується зорова робота на певних негоризонтальних поверхнях (наприклад класна дошка у аудиторіях) крім горизонтальної робочої поверхні природне освітлення нормується і на цих поверхнях. Положення додаткових розрахункових точок у цьому випадку визначається відповідно до додатку Д ДБН В.2.5-28:2018.

При транспортованому природному освітленні нормування КПО проводиться або як для бокового, або як для верхнього освітлення залежно від розташування вихідних отворів світловодів.

Допускається розподілення приміщень на зони з боковим освітленням (зони, які примикають до зовнішніх стін з вікнами) і зони з верхнім освітленням. Зона з боковим освітленням на характерному розрізі приміщення обмежується точкою, яка розміщена на робочій поверхні і віддалена від світлопрорізів на відстань, що визначається відповідно до 6.5 для великогабаритних приміщень.

У виробничих приміщеннях із зоровою роботою I-III розрядів доцільно використовувати суміщене освітлення. Допускається застосовувати верхнє природне освітлення у великопрогонових складальних цехах, де роботи виконуються в значній частині об'єму приміщення на різних рівнях підлоги і на різноорієнтованих у просторі робочих поверхнях. При цьому нормовані

значення КПО приймаються для розрядів I, II, III відповідно 10 %; 7 %; 5 %.

Розрахунок КПО виконується з урахуванням середньозважених коефіцієнтів відбивання світла внутрішніми поверхнями приміщень та фасадів протилежних будівель та споруд, але без урахування меблів, устаткування, обладнання, озеленення та інших затінюючих предметів, а також при 100 % використанні світлопрозорих заповнень у світлопрорізах. Розрахункові значення КПО слід заокруглювати до сотих часток. Методика розрахунку КПО визначається відповідними стандартами в залежності від виду природного освітлення. Дозволяється зниження розрахункового значення КПО від нормованого не більше ніж на 10 %.

Розрахункові значення середньозваженого коефіцієнта світловідбивання внутрішніх поверхонь приміщення слід приймати на підставі прийнятої в проекті архітектурної обробки поверхонь, але не більше 0,50 – у громадських, 0,40 – у житлових і 0,30 – у виробничих приміщеннях.

Під час розрахунку природного освітлення приміщень в умовах існуючої забудови коефіцієнт світловідбивання будівельних і оздоблювальних матеріалів ρ_M для фасадів протилежних будівель та споруд (без зашкленних прорізів фасаду) треба приймати:

- для будівель, що будуються – за даними, вказаними в сертифікаті на оздоблювальні матеріали фасаду або за даними вимірювання;
- для існуючих будівель – відповідно до таблиці 2.12, або визначаються експериментально.

Середньозважений коефіцієнт відбивання зашкленних прорізів фасаду з урахуванням рами ρ в розрахунках приймається 0,2. Якщо є сертифікат на скло, в якому наведений коефіцієнт відбивання світла, то в розрахунок вводиться значення, вказане в сертифікаті.

Таблиця 2.12 – Розрахункові коефіцієнти відбивання поверхні фасадів освітлювальних об'єктів

Матеріали поверхні або колір фасаду	Середньозважений коефіцієнт відбиття матеріалу поверхні
Білий: атмосферостійкі фасадні фарби, гіпс, керамічна плитка, матовий алюміній, нержавіюча сталь тощо	0,7
Світлий: фарби, мармур, білий камінь (вапняк, доломіт, піщаник), бетон і декоративні штукатурки на білому цементі та світлих наповнювачах, керамічні плитки, силікатна цегла, латунь матова, травертин, черепашник тощо	0,6
Середньо-світлий: фарби, мармур, камінь (туф, піщаник, вапняк), бетон, кольорові штукатурки, керамічна цегла, блоки, плитка, дерево (дошки) тощо	0,5
Темний: фарби, мармур, граніт, глиняна цегла, декоративні штукатурки і керамічні плитки, потемніле дерево, мідь, листя дерев тощо	0,3
Чорний: фарби, камінь (габро, лабрадорит, діорит, базальт, граніт), чавун, платинована бронза, декоративні штукатурки, листя дерев тощо	0,15

Середньозважений коефіцієнт відбивання фасаду ρ з урахуванням

засклених прорізів слід розраховувати за формулою:

$$\rho_{\phi} = \frac{\rho_M \cdot S_M + \rho_B \cdot S_B}{S_M + S_B} \quad (2.44)$$

де ρ_M, ρ_B – коефіцієнт відбивання матеріалу обробки фасаду і коефіцієнт відбиття засклених прорізів фасаду з урахуванням рам відповідно;
 S_M, S_B – площа фасаду без світлових прорізів і площа світлових прорізів відповідно.

У навчальних приміщеннях шкіл та вищих навчальних закладів I-II рівня акредитації незалежно від типу освітлення слід розташовувати робочі місця учнів так, щоб природне світло падало на них з лівого боку.

Під час проектування необхідно передбачати на світлопрозорих конструкціях, орієнтованих на південно-західний та західний сектори горизонту в межах (200 - 290)° використання сонцезахисних пристроїв:

- при звичайному проценті скління (менше ніж 18 % для жилих будинків, менше ніж 25 % – для громадських будівель) у I, III і V архітектурно-будівельних кліматичних районах, – зовнішні чи міжскляні сонцезахисні пристрої; у II та IV архітектурно-будівельному кліматичному районі – зовнішні сонцезахисні пристрої;
- при підвищеному проценті засклення зовнішні сонцезахисні пристрої необхідно передбачати у всіх архітектурно-будівельних кліматичних зонах;
- в одноповерхових будинках сонцезахист дозволяється забезпечувати засобами озеленення.

У приміщеннях будинків та споруд, в яких за технологічними умовами не дозволяється інсоляція, а також приміщення з охолодженням повітря необхідно облаштовувати сонцезахисними пристроями не залежно від орієнтації (за винятком приміщень, орієнтованих на північ).

Геометричні параметри сонцезахисних пристроїв необхідно розраховувати за допомогою комплексних сонячних карт.

Для освітлення природним світлом приміщень, що не мають зовнішніх огорожень, а також зон приміщень, віддалених від світло прорізів, рекомендується застосовувати світловоди. У приміщеннях великої глибини, розташованих на останньому поверсі, де природне бокове освітлення не дозволяє забезпечити нормоване значення КПО або бічне освітлення неможливо влаштувати, а велика висота покриття не дозволяє використати zenітні ліхтарі (наявність зверху технічного поверху, підшивна стеля по нижньому поясу ферм тощо) рекомендується влаштувати світлові шахти.

Для використання природного освітлення у нічний час рекомендується застосовувати системи, що акумулюють природне освітлення. Їх розрахунок проводиться за нормами штучного освітлення.

Розрахунок площі світлових прорізів приміщень

Попередній розрахунок світлових прорізів проводиться:

- при боковому освітленні приміщень за формулою:

$$S_B = \frac{D_H}{100 \cdot m} \cdot \frac{K_3 \cdot \eta_B \cdot K_{\text{буд}}}{\tau_O \cdot r_1} \cdot S_{\Pi} \quad ; \quad (2.45)$$

- при верхньому освітленні приміщень за формулою:

$$S_{\Pi} = \frac{D_H}{100 \cdot m} \cdot \frac{K_3 \cdot \eta_{\Pi}}{\tau_O \cdot r_2 \cdot K_{\Pi}} \cdot S_{\Pi} \quad (2.46)$$

де S_B і S_{Π} – площа світлових прорізів відповідно при боковому та верхньому освітленні, м²;
 S_{Π} – площа підлоги, м² приміщення;
 D_H – нормоване значення КПО, яке визначається за табл. Б7 – Б12 (Додаток Б);
 m – коефіцієнт світлового клімату, який визначається за табл. Б.13 і рис Б1 (Додаток Б);
 K_3 – коефіцієнт запасу, що приймається за табл. Б.14 (Додаток Б);
 η_B і η_{Π} – коефіцієнти, що враховують світлову активність вікон і ліхтарів, які визначаються за табл. Б.15, Б.16 та Б17 (Додаток Б);
 $K_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, що враховує затінювання вікон протилежними будинками, який визначається за табл. Б18 (Додаток Б);
 r_1, r_2 – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення, які визначаються за таблицями Б.18 або Б.19 (Додаток Б);
 τ_3 – загальний коефіцієнт світло пропускання, який визначається за формулою:

$$\tau_3 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (2.47)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається за таблицею Б.20 (Додаток Б);
 τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла в рамках світлопрорізу, який розраховується за формулою:

$$\tau_2 = \frac{S_B - S_P}{S_B}, \quad (2.48)$$

де S_P – площа частини світлопрорізу, що затінюється рамою, м²;

Примітка. При розрахунках за формулами (2.47) та (2.48)

- τ_2 – приймається рівним 0,75 для метало пластикових та дерев'яних вікон і ліхтарів та 0,85 – для металевих;
- τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях, який визначається за табл. Б.23 (Додаток Б) (при боковому освітленні $\tau_3 = 1$);
- τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях, який визначається за табл. Б.24(Додаток Б) (при відсутності сонцезахисних пристроїв $\tau_4 = 1$);
- τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями; при її наявності $\tau_5 = 0,9$, інакше $\tau_5 = 1$.

Середньозважений коефіцієнт відбивання поверхонь приміщення розраховується за формулою (2.49):

$$\rho_{\text{Пр}} = \frac{\rho_c \cdot S_c + \rho_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ст}} + \rho_{\text{П}} \cdot S_{\text{П}}}{S_c + S_{\text{ст}} + S_{\text{П}}}, \quad (2.49)$$

де $\rho_{\text{Пр}}$ – середньозважений коефіцієнт відбивання поверхонь приміщення;

$\rho_c, \rho_{\text{ст}}, \rho_{\text{П}}$ – відповідно коефіцієнти відбивання поверхонь стелі, стін та підлоги;

$S_c, S_{\text{ст}}, S_{\text{П}}$ – площі поверхонь стелі, стін та підлоги.

Значення коефіцієнтів відбивання поверхонь стелі, стін, підлоги та робочих місць наведені в Додатку Б, табл. Б.25

Приклад розрахунку.

Розрахувати площу віконних прорізів одностороннього бокового природного освітлення для виробничої дільниці з розмірами $L \times B = 54 \times 9$ м і висотою 3,5 м. Висота робочої поверхні $h_{\text{рп}} = 0,7$ м. Висота підвіконня $h_{\text{п}} = 0,8$. Висота віконного прорізу $h_B = 2,0$ м. Будівля знаходиться в м. Київ (II світловий пояс України) і напроти вікон дільниці, що зорієнтовані на захід, немає затіняючі об'єктів. У виробничій діяльності використовуються роботи середньої точності.

Розв'язання.

Розрахунок площі віконних прорізів проводимо за формулою (2.45):

$$S_B = \frac{D_H}{100 \cdot m} \cdot \frac{K_3 \cdot \eta_B \cdot K_{\text{свд}}}{\tau_o \cdot r_1} \cdot S_{\text{П}}.$$

1. За табл. Б.7 для роботи середньої точності знаходимо $D_H = 1,5$.
2. За табл. Б.12 знаходимо значення коефіцієнта світлового клімату $m = 1,10$.
3. Визначаємо коефіцієнт запасу (табл. Б.13) $K_3 = 1,8$.
4. Коефіцієнт світлової активності вікон визначаємо за табл. Б.8, для чого:
 - знаходимо відношення довжини приміщення L до його глибини B :
 $\frac{54}{9} = 6$;
 - знаходимо відношення глибини приміщення до його висоти від рівня робочої поверхні до верхнього рівня вікна:

Різниця між висотою підвіконня та робочою поверхнею складає 0,1 м. Входячи з цього висота від рівня робочої поверхні до верхнього рівня вікна складе:

$$h_1 = h_B + 0,1 = 2,1 \text{ м.}$$

Таким чином, відношення глибини приміщення до його висоти від рівня робочої поверхні до верхнього рівня вікна складе:

$$\frac{B}{h_1} = \frac{9}{2,1} = 4,3.$$

Звідси коефіцієнт світлової активності η_B складе: 9 (табл. Б.14).

5. Знаючи (за умовами задачі), що поблизу відсутні затіняючі об'єкти за табл. Б.17 приймаємо $K_{\text{буд}} = 1$.

6. Коефіцієнт r_1 визначаємо за табл. Б.18, для чого розраховуємо середньозважений коефіцієнт відбивання від поверхонь приміщення за формулою (2.49):

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{\rho_c \cdot S_c + \rho_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ст}} + \rho_{\text{п}} \cdot S_{\text{п}}}{S_c + S_{\text{ст}} + S_{\text{п}}}.$$

Коефіцієнти відбивання від стелі, підлоги та стін приймаємо табл. Б.25. Знаючи геометричні розміри приміщення визначаємо площі вказаних елементів приміщення і отримуємо значення середньозваженого коефіцієнта відбивання від поверхонь:

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{0,8 \cdot 54 \cdot 9 + 0,6 \cdot 2 \cdot (54 + 9) \cdot 3,5 + 0,3 \cdot 54 \cdot 9}{2 \cdot 54 \cdot 9 + 2 \cdot (54 + 9) \cdot 3,5} = 0,34.$$

На підставі усіх параметрів обираємо значення коефіцієнта $r_1 = 2,5$ (табл. Б.18).

7. Визначаємо загальний коефіцієнт світлопропускання за формулою (2.47):

$$\tau_3 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,88 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,35 \cdot 1 = 0,18$$

8. Визначаємо значення коефіцієнтів $\tau_1 \div \tau_5$ за табл. Б.20, Б.21, Б.22.

Коефіцієнт	τ_1	τ_2	τ_3	τ_4	τ_5
Значення	0,88	0,75	0,8	0,35	1

9. Розраховуємо орієнтовну площу віконних прорізів:

$$S_B = \frac{D_H}{100 \cdot m} \cdot \frac{K_3 \cdot \eta_B \cdot K_{\text{буд}}}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot S_{\text{п}} = \frac{1,5}{100 \cdot 1,1} \cdot \frac{1,8 \cdot 9 \cdot 1}{0,18 \cdot 2,5} \cdot 54 \cdot 9 = 239 \text{ м}^2.$$

Практичні завдання.

Розрахуйте площу світлових прорізів, яка необхідна для забезпечення

нормативної природної освітленості в офісному приміщенні, що розташоване в старому цегляному будинку на четвертому поверсі. Приміщення офісу щойно відремонтоване. Стіни та стеля пофарбовані у світло бежевий колір, на підлозі – темний ламінат. Для засклення вікон використано скло листове подвійне, переплетення металопластикові. На вікнах штор і жалюзі немає. Поблизу інших будинків і дерев немає. Інші дані, необхідні для розрахунку, наведені в табл. 2.13.

Результати розрахунків порівняти з існуючою площею прорізів, зробити висновки.

Таблиця 2.13 – Вихідні дані

№ з/п	Геометричні параметри приміщення, м			Характеристика вікон				Висота робочої поверхні h_p	Вид природного освітлення
	Висота приміщення, H	Довжина приміщення, L	Глибина приміщення, B	Кількість вікон	Висота вікна, h	Ширина вікна, l	Висота підвіконня, $h_{п}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3,7	6,0	4,5	2	1,9	2,0	0,8	0,8	Бокове однобічне
2	3,0	6,0	3,0	3	1,8	1,5	0,6	0,9	Бокове двобічне
3	3,5	6,0	6,0	2	1,7	2,0	0,8	0,8	Бокове однобічне
4	3,0	6,0	2,5	2	1,6	1,2	0,7	0,7	Бокове двобічне
5	3,5	9,0	5,5	2	1,5	2,0	0,8	0,7	Бокове однобічне
6	4,0	9,0	6,0	3	2,0	2,0	0,8	0,7	Бокове двобічне
7	3,5	9,0	5,0	2	1,9	2,0	0,7	0,8	Бокове однобічне
8	2,7	6,0	2,6	2	1,8	1,4	0,5	0,7	Бокове двобічне
9	2,7	6,0	3,0	2	1,7	1,5	0,5	0,7	Бокове однобічне
10	3,0	6,0	3,5	2	1,5	1,2	0,6	0,8	Бокове двобічне
11	3,0	6,0	4,0	3	1,6	1,5	0,6	0,8	Бокове однобічне
12	3,5	6,0	4,5	2	2,0	1,8	0,8	0,7	Бокове двобічне
13	3,5	6,0	4,2	2	2,1	1,5	0,8	0,8	Бокове однобічне
14	3,5	6,0	3,0	1	2,1	2,0	0,8	0,8	Бокове двобічне

Закінчення таблиці 2.13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	4,0	6,0	4,5	2	2,1	2,0	0,8	0,8	Бокове однобічне
16	3,0	9,0	5,0	2	1,7	2,0	0,6	0,8	Бокове однобічне
17	3,2	9,0	6,0	2	1,8	2,0	0,5	0,7	Бокове однобічне
18	3,2	6,0	3,2	3	1,8	1,3	0,5	0,7	Бокове двобічне
19	2,7	6,0	3,0	2	1,6	1,2	0,6	0,8	Бокове однобічне
20	2,5	6,0	3,2	1	1,5	1,3	0,6	0,8	Бокове однобічне

2.2.2 Розрахунок загального штучного освітлення з використанням світлодіодних ламп

Залежно від особливостей технологічного процесу, габаритів і розташування устаткування та робочих місць приймають загальне рівномірне чи загальне локалізоване освітлення, а за необхідністю – комбіноване (загальне з місцевим). Систему загального рівномірного освітлення застосовують при рівномірному розташуванні робочих місць, а також, коли не вимагається високого рівня освітленості.

В процесі виконання розрахункової частини необхідно:

а) вибрати систему освітлення, джерело світла, тип світильника для заданої ділянки робочого приміщення;

б) зробити розрахунок загального освітлення робочого приміщення.

Мета розрахунку загального освітлення – визначити кількість світильників, необхідних для забезпечення E_{\min} , і потужність освітлювальної установки, необхідної для забезпечення в приміщенні нормованої освітленості. Нижче наведено розрахунок загального освітлення.

Переваги освітлення світлодіодами

Перша і головна перевага світлодіодів – невелика витрата електроенергії на одиницю світності. Щоб не бути голослівними, наведемо конкретні значення для популярних видів світильників (табл. 2.14).

Нагрівання світлодіодного світильника помітно нижче, ніж компактного люмінесцентного або галогенного, не кажучи вже про лампи розжарювання. Логічно: чим більше ККД, тим менше енергії виділяється у вигляді тепла. Звідси – можливість монтажу світильників в умовах обмеженої вентиляції і всередині погано переносять нагрівання конструкцій (для дерев'яних і пластикових підвісних стель, гіпсокартонних ніш тощо).

Таблиця 2.14 – Характеристика освітлювальних пристроїв

Тип ламп	Опис і світність на одиницю споживаної потужності
Лампа розжарювання	вакуумна колба з вольфрамовою спіраллю, що нагріта до білого світіння. Віддає 8-10 люмен на ват.
Галогенна лампа під стандартний патрон E27	колба заповнена парами бромю або йоду. Галогени перешкоджають осіданню випарувалися атомів вольфраму на колбі і тим самим допомагають підвищити температуру спіралі, одночасно збільшивши термін служби лампи. Світловіддача досягає 12-15 люмен на ват.
Компактний люмінесцентний світильник з перетворювачем живлення в цоколі	класична люмінесцентна лампа з вбудованим в цоколь компактним блоком живлення. Світловіддача досягає 50-70 лм/Вт.
Світлодіодний світильник	об'єднані в одному корпусі світлодіоди, розпаяні на жорсткій підкладці, і перетворювач живлення. Світловіддача сучасних led-світильників перевищує 100-120 лм/Вт.

Завдяки значній площі потужні світильники світлодіодні стрічки дають менше тіней. Це важливо при роботі з дрібними деталями, при наборі тексту, в роботі візажиста і перукаря, складальна годинників.

Термін служби ламп і світильників оцінюється в 30-50 тисяч годин. Лампи розжарювання служать близько 1000 годин, галогенки – 3-5 тисяч, люмінесцентні світильники – 10-12.

Темна сторона світлодіода

Ціна: в середньому вона все ще вище, ніж у інших видів світильників. Хоча розрив стрімко скорочується.

Передача кольорів: індекс передачі кольору (CRI) кращих led-світильників досягає 85-90%. У галогенок він близький до 100%, у більшості ламп розжарювання вище 90%.

Зовнішній вигляд об'єкта при однаковій кольоровій температурі і різних індексах кольоропередачі освітлення

Діапазон робочих напруг: у останніх поколінь світильників він набагато менше, ніж у ламп розжарювання і галогенок.

Воно тягне за собою спрощення схемотехніки перетворювача живлення. Якщо у перших поколінь світильників він представляв собою повноцінний імпульсний перетворювач живлення зі стабільним напругою на виході – незалежно від того, що діється на вході, то у новітніх filament ламп (на світлодіодних нитках) роль перетворювача виконує діодний міст – найпростіший перетворювач змінного струму в постійний.

При розрахунку освітленості приміщення світлодіодними світильниками

враховуються: освітленість робочої поверхні, геометричні розміри приміщення

В залежності від призначення приміщення для нього діють свої норми освітленості. Деякі приміщення не потребують яскравого світла.

Діючі нормативні значення освітленості деяких приміщень громадських будинків наведені в табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Значення освітленості деяких приміщень громадських будинків

Тип приміщення	Освітленість, лк
1	2
Офіс з використанням ПЕОМ	300
Офіс для креслярських робіт	500
Конференц-зал	200
Міжповерхові сходи	100
Передпокій, міжкімнатний коридор, комора, ванна, санвузол, туалет	50
Кухня спальня вітальня	150
Дитяча	200
Гардероб	75
Бібліотека, робочий кабінет	300
Сауна	100

При розрахунку освітленості приміщення світлодіодними світильниками враховуються: освітленість робочої поверхні, геометричні розміри приміщення, на підставі якого розраховується індекс приміщення, який визначається за формулою:

$$i = \frac{l_n b}{H(l_n + b)}, \quad (2.51)$$

де l_n – довжина приміщення вздовж осі прогонів, м;

b – ширина приміщення, м;

H – висота покрівлі над робочою поверхнею, м.

При розрахунку необхідної кількості світлодіодних світильників для забезпечення комфортного освітлення приміщення:

1. Розраховуємо величину світлового потоку для освітлення конкретного приміщення за формулою:

$$\Phi = E \cdot S \cdot Z, \quad (2.51)$$

де: E – стандартно прийнята норма освітленості в Люксах (Лк);

S – площа приміщення, м²;

Z – коефіцієнт висоти стель, до 2,7 м $Z=1$, від 2,7 до 3м $Z = 1,2$, від 3 до 3,5 $Z = 1,5$, від 3,5 до 5,5 $Z = 2$.

Що ж стосується норм освітленості, то дані показники можна взяти з

Додатку Б, табл. Б.7. Таким чином, наприклад, для освітлення житлової кімнати площею 20 м² та висотою стелі до 3 м знадобиться світловий потік в:

$$\Phi = 150 \cdot 20 \cdot 1,5 = 4500 \text{ Лм.}$$

Знаючи необхідну величину світлового потоку можна з легкістю визначити кількість необхідних світлодіодних ламп. Світловий потік кожної лампочки вказано в її технічні характеристики (Додаток Б, табл. Б.24).

Знаючи геометричні параметри приміщення, та загальний світловий потік або світлові характеристики світлодіодної лампи, можна визначити кількість світлодіодних точок освітлення.

Так, при виборі лампи потужністю 8 Вт для комфортного освітлення приміщення необхідно:

$$N = \frac{4500}{700} = 6,4 \text{ лампи.}$$

Таким чином, для нормального освітлення приміщення площею 20 м² необхідно 7 ламп потужністю 7 ламп.

Для прикладу можна вибрати лампочки потужністю в 12 і 14 Вт величина світлового потоку яких дорівнює 1100 і 1250 Лм. Таким чином в нашому прикладі знадобляться 3 лампочки в 12 і одна в 14 Вт.

Слід врахувати, що вибираючи пристрої з більш низькою потужністю і, як наслідок, з низькими світловим потоком, номінальну величину слід збільшити.

В абсолютній більшості випадків світильники розташовуються на стелі. Чим вище стеля, тим більше світла розсіюється по дорозі до підлоги і робочих поверхонь, поглинається матеріалом стін, меблями і т. д.

Практичні завдання.

Розрахувати штучне освітлення світлодіодними освітлювальними приладами приміщення, в якому проводяться роботи, пов'язані з офісною діяльністю. Вихідні дані для розрахунків наведені в табл. 2.16.

Таблиця 2.16 – Вихідні дані для розрахунків

№ з/п	Точність робіт	Розміри приміщення, м		
		Довжина L, м	Глибина B, м	Висота H, м
1	2	3	4	5
1	Середньої точності Іvа	30	6	3
2	Середньої точності ІVб	25	5	3
3	Середньої точності ІVв	20	4	3

Закінчення таблиці 2.15.

1	2	3	4	5
4	Середньої точності IVГ	35	5	3
5	Середньої точності IVВ	40	6	3
6	Середньої точності IVа	30	8	3
7	Середньої точності IVБ	25	9	3
8	Середньої точності IVГ	40	9	3
9	Середньої точності IVВ	35	6	3
10	Середньої точності IVа	30	9	3
11	Середньої точності IVВ	20	8	3
12	Середньої точності IVГ	25	9	3
13	Середньої точності IVа	35	6	3
14	Середньої точності IVБ	40	8	3
15	Середньої точності IVВ	30	5	3
16	Середньої точності IVГ	25	4	3
17	Середньої точності IVВ	20	4	3
18	Середньої точності IVГ	35	8	3
19	Середньої точності IVа	40	6	3
20	Середньої точності IVБ	30	5	3

2.3 Захист від вібрації

Джерелами вібрації в приміщеннях є машини з обертовими частинами (вентиляторні, насосні установки, електродвигуни, компресори тощо). В таких машинах виникають неврівноважені сили, котрі передаються на будівельні конструкції, викликаючи їх вібрацію.

Вібрації будівельних конструкцій є причинами шуму в суміжних приміщеннях. Тому розташування інженерного обладнання в приміщеннях вимагає вживання заходів щодо зниження рівня вібрації будівельних конструкцій до величин, котрі забезпечують допустимий рівень вібрації в приміщеннях.

Найбільш ефективним і технічно доцільним методом зниження вібрації будівельних конструкцій є зниження неврівноважених сил, тобто динамічних навантажень, що створюються машинами.

Динамічні навантаження, що виникають в машинах, можуть бути знижені наступними шляхами:

- ретельним динамічним балансуванням обертових частин агрегатів;
- центруванням муфтових з'єднань вентилятора або насоса з електродвигуном;
- ліквідацією перекосів та великих зазорів в підшипниках;
- надійним закріплення рознімних частин обладнання (кришок приладів, фланців трубопроводів тощо).

Обладнання, що створює значні динамічні коливання, рекомендується встановлювати на окремих фундаментах, не пов'язаних з каркасами будівлі або в підвальних приміщеннях.

Якщо неможливо забезпечити необхідне зниження шуму, котре виникає при роботі зазначених машин, за допомогою зазначених методів, тоді необхідно вдатися до віброізоляції.

Основні вимоги щодо віброізоляції машин і механізмів

Віброізоляція агрегатів досягається встановленням їх на спеціальні віброізолятори (пружні елементи, що мають невелику жорсткість), застосуванням гнучких елементів (вставок) в елементах трубопроводів та комунікацій, з'єднаних з вібруючим обладнанням, застосуванням м'яких еластичних прокладок для трубопроводів та комунікацій в місцях їх проходження через огороження або в місцях кріплення до огорожувальних конструкцій.

Гнучкі вставки для трубопроводів слід монтувати так, щоб вони були якомога слабше натягнуті.

Гнучкі з'єднання в трубопроводах у насосних установках слід передбачати на нагнітальні або всмоктувальній лініях якомога ближче до насосної установки.

Як гнучкі вставки можна використовувати гумовотканинні напірні рукави або рукави гумовотканинні з металевими спіралями.

Для зниження вібрацій, що передаються на несучу конструкцію, застосовуються пружинні або гумові віброізолятори (рис. 2.11, 2.12).

Для агрегатів, що мають швидкість обертання менше 1800 хв^{-1} , слід застосовувати пружинні віброізолятори; при швидкості обертання вище 1800 хв^{-1} допускається застосування гумових віброізоляторів. Однак термін експлуатації гумових віброізоляторів не перевищує 3-х років. Сталеві (пружинні) віброізолятори довговічні і надійні, проте вони ефективні при низькочастотній вібрації і недостатньо знижують передачу вібрації більш високих частот (в чутному діапазоні).

Гумові віброізолятори мають велике внутрішнє тертя. Їх використовують у випадках, коли необхідно зменшити час затухання власних коливань та амплітуду коливань у резонансних режимах.

Пружний елемент гумового віброізолятора працює на стиснення або на зсув. Віброізоляція при роботі гумового елемента віброізолятора більш ефективна на зсув, ніж на стиснення, оскільки модуль пружності на зсув значно менший, ніж модуль пружності на стиснення. Найпростішими віброізоляторами, в котрих гума працює на стиснення, є прокладки та суцільні килимки, які використовуються для захисту від високочастотної вібрації. З метою зниження жорсткості килимків в їхній конструкції передбачаються пази, виступи, отвори, розташовані в шаховій послідовності. Завдяки цьому гума починає працювати й на зсув. Килимки встановлюються під залізобетонні фундаменти та під опорні поверхні обладнання (рис. 2.12)

Внаслідок низької жорсткості килимків вони забезпечують власну частоту від 10 Гц і вище. Застосовуються також віброізолятори, в котрих використовуються пружні властивості повітря. Пневмогумові віброізолятори прості за конструкцією і мають високі віброізоляційні властивості. Вони накладаються один на одного або розкладаються паралельно при встановленні важкого обладнання.

Для запобігання передачі високочастотних вібрацій необхідно застосовувати гумові прокладки товщиною 10 – 20 мм, котрі розташовуються між пружинами та несучою конструкцією.

Машини з динамічними навантаженнями (вентилятори, насоси, компресори тощо) слід жорстко монтувати на важкій бетонній плиті, або металевій рамі, котра спирається на віброізоляторах. Застосування важкої плити знижує амплітуду коливань агрегату, встановленого на віброізоляторах. Плита також забезпечує жорстке центрування з приводом і знижує розташування центра ваги установки, наближаючи його до центра ваги віброізоляторів.

Проектування віброізолювальної основи для обладнання слід здійснювати за допомогою спеціальних розрахунків або підбирати за типовими кресленнями.

Ефективність віброізоляції залежить від відношення частоти збудження та власної частоти коливань системи. Віброізолятори знижують передачу динамічних сил на захищений об'єкт при умові (рис. 2.11):

$$\frac{f}{f_o} > \sqrt{2}, \quad (2.52)$$

де f – частота збудження, Гц;
 f_o – власна частота системи, Гц.

Власна частота системи визначається з відношення:

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{K \cdot g}{Q}} = \frac{5}{\sqrt{\lambda_{ct}}}, \quad (2.53)$$

де $m = Q/g$ – маса віброізолюваного об'єкта, кг;
 Q – силоне навантаження на віброізолятори, Н;
 g – прискорення вільного падіння, m/c^2 ;
 $\lambda_{ст}$ – статична деформація віброізоляторів $\lambda_{ст} = Q/K$.

Коефіцієнт передачі при гармонійних коливаннях без врахування затухання у віброізоляторах можна визначити за формулою:

$$\mu = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1} \quad (2.54)$$

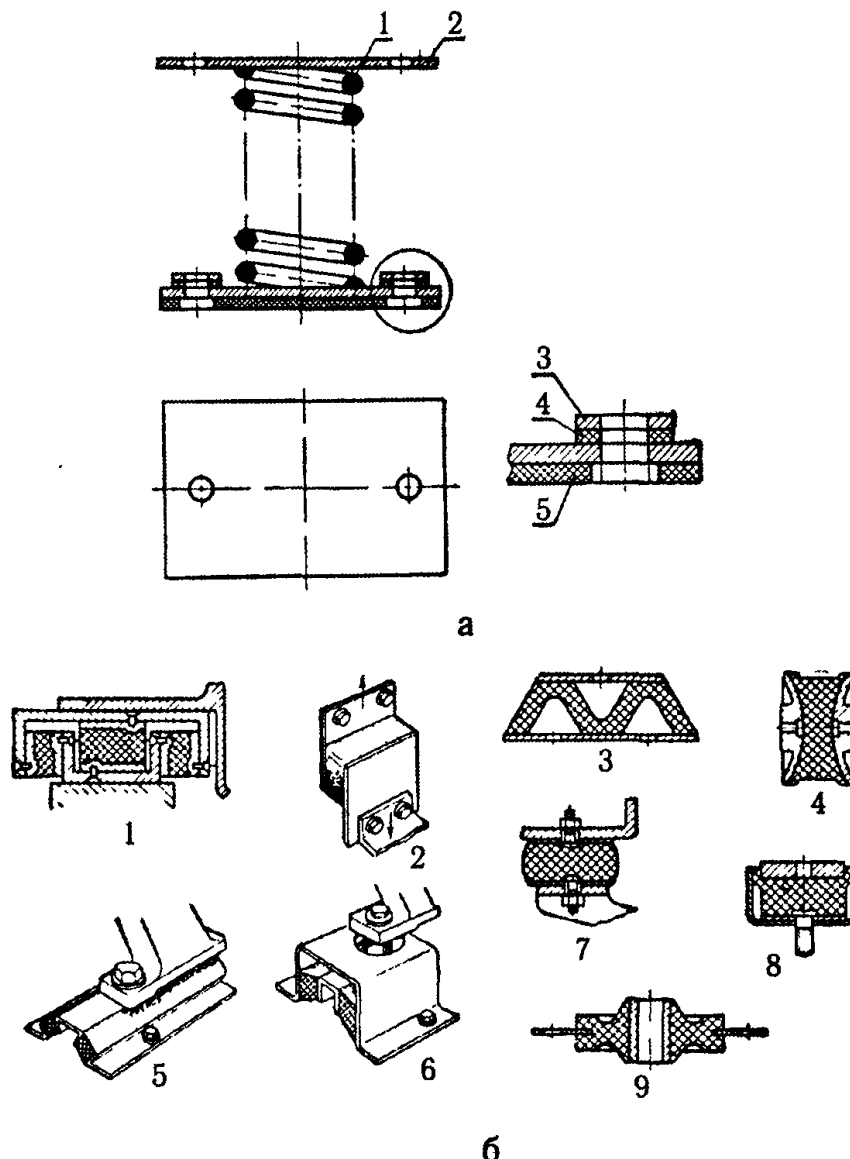


Рисунок 2.11 – Віброізолятори:

а – пружинний віброізолятор типу ДО: 1 – сталеві пружини; 2 – опорна плита; 3- сталеві шайби під кріпильні болти; 4 – гумові шайби; 5 – гумові прокладки;
 б – гумові зварні віброізолятори: 1, 6 – комбіновані опорні гумовометалеві; 2, 4 – гумові підвісні; 3, 5 – профільовані упорні; 7, 8 – опорні з фіксованим положенням; 9 – мембранний.

З формул (2.53), (2.54) видно, що чим більша деформація віброізоляторів під дією сили ваги ізолюваного об'єкта, тим нижча власна частота коливань системи і вища ефективність віброізоляції.

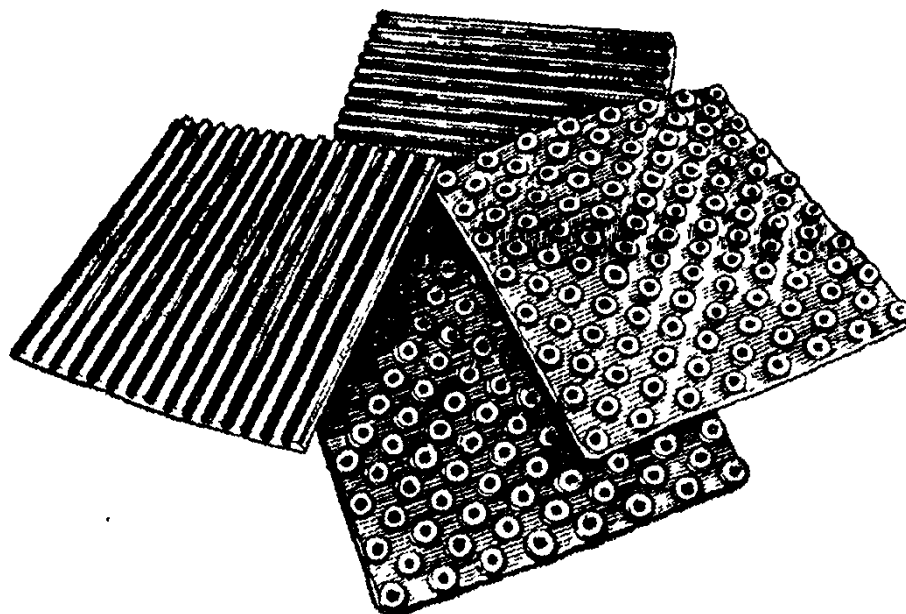


Рисунок 2.12 – Віброізоляційні килимки

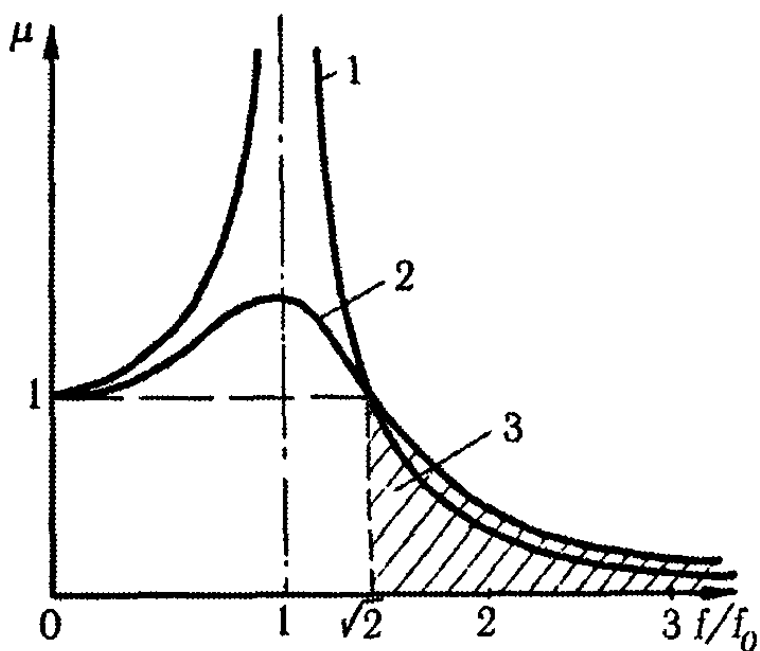


Рисунок 2.13 – Залежність коефіцієнта передачі μ від відношення f/f_0 :

1 – при використанні сталевих пружинних віброізоляторів;
2 – при застосуванні гумових віброізоляторів; 3 – область віброізоляції.

Основні параметри віброізоляторів: жорсткість, Н/м; відношення жорсткостей в різних напрямках; коефіцієнт в'язкого тертя, $\frac{H \cdot c}{m}$; допустима

деформація під навантаженням, м.

Ефективність віброзахисту на нижній межі області знижуваних частот (f_H) залежить від $\lambda_{ст}$ та f_H :

$$\lambda_{ст} = \frac{4,9}{\pi^2 \cdot f_H^2}. \quad (2.55)$$

Значення $\lambda_{ст}$ в залежності від f_H наведені в табл. 2.16.

Таблиця 2.16 – Значення статичної деформації віброізоляторів залежно від нижньої межі області знижувальних частот

f_H , Гц	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0
$\lambda_{ст}$, м	1,02	0,5	0,25	0,12	0,06	0,03	0,02	0,01

Віброізолятори виготовляють зі сталевих пружин, гуми, а також застосовуються комбіновані гумометалеві та пружинно-пластмасові амортизатори.

Пружинні віброізолятори довговічні, мають високу віброізолювальну здатність. Однак внаслідок невеликого внутрішнього тертя вони погано розсіюють енергію коливань. Тому затухання коливань машини, котра встановлена на пружинах, відбувається за 15 – 20 періодів.

Віброізолювана система під обладнання повинна забезпечувати значення ΔL не менше, ніж величини, вказані в табл. 2.17.

Розрахунок віброізолювальних основ

Визначення загальної жорсткості віброізоляторів

Для цього визначається основна розрахункова частота збуджуючої сили:

$$f = \frac{N}{60}, \quad (2.56)$$

де N – швидкість обертання обертових части агрегату, $хв^{-1}$.

Якщо в установці маються деталі, обертаються з різною частотою, за розрахункову швидкість приймається менша.

За графіком, поданим на рис. 2.14, залежно від необхідної ефективності віброізоляції ΔL_H , що визначається за табл. 2.17, і за розрахунковою швидкістю обертання установки, визначається гранично допустима частота власних вертикальних коливань $f_{здоп}$ віброізолюваної установки, Гц.

При високих значеннях N гранично допустима частота власних коливань установки $f_{одоп}$ не повинна перевищувати значень, обмежених пунктирними лініями для відповідних типів перекриттів.

Розраховується необхідна маса M_H віброізолюваної установки:

$$M_H \geq \frac{2 \cdot \varepsilon \cdot m_{\text{обд}}}{a_{\text{доп}}}, \quad (2.57)$$

де ε – ексцентриситет обертових деталей, мм;

$m_{\text{обд}}$ – маса деталей, кг, що обертаються зі швидкістю N ;

$a_{\text{доп}}$ – максимально допустима амплітуда зміщення центра ваги установки, мм, наближено береться за даними табл. 2.18.

Таблиця 2.17 – Необхідна ефективність віброізоляції

Обладнання	Необхідна ефективність віброізоляції
1	2
Відцентрові компресори	34
Поршневі компресори потужністю, кВт	
до 10	17
від 10 до 50	20
від 50 до 100	26
Відцентрові насоси	26
Вентилятори з числом обертів, хв. ⁻¹	
більше 800	26
від 500 до 800	20 – 26
від 350 до 500	17 – 20
від 200 до 350	11 – 17

Якщо загальна маса установки менша за необхідну, слід збільшити її до необхідної величини заповненням внутрішнього об'єму залізобетоном.

Таблиця 2.18 – Допустима амплітуда зміщення

Швидкість обертання, хв. ⁻¹	300	400	500	600	700	900	1200	1500	2000
Допустима амплітуда зміщення, мм	0,2	0,18	0,16	0,145	0,13	0,11	0,09	0,07	0,04

Визначається необхідна загальна жорсткість віброізоляторів у вертикальному напрямку K_{ZH} за формулою:

$$f_{0\text{доп}} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{K_{ZH}}{M}}, \quad (2.58)$$

звідки:

$$K_{ZH} = 4 \cdot \pi^2 \cdot f_{0\text{доп}}^2 \cdot M_H, \quad (2.59)$$

де $f_{0\text{доп}}$ - допустима частота власних коливань, що визначається за рис. 2.4.

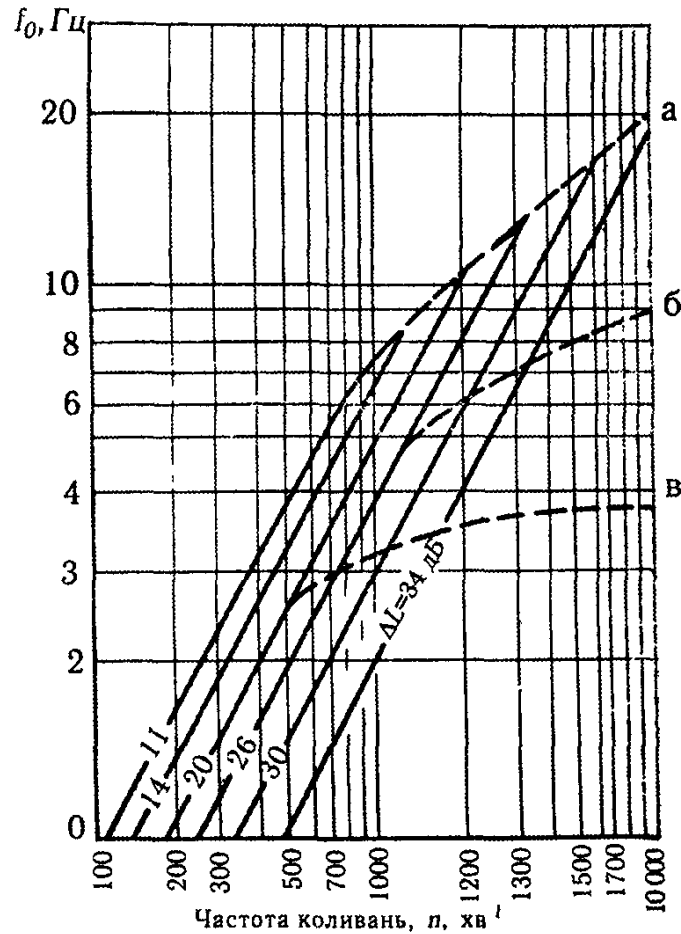


Рисунок 2.14 – Визначення допустимої частоти f_0 власних вертикальних коливань віброізолюваної установки:
 а – для підвальних поверхів; б – для залізобетонних міжповерхових перекриттів;
 в – для легких бетонних перекриттів.

Вибір кількості та розташування ізоляторів

Віброізолятори виготовляються однотипними. Для того, щоб їхній центр жорсткості знаходився на одній вертикалі з центром ваги установки, а також з метою забезпечення однакових умов їх роботи і рівномірного зносу, протягом їх служби, віброізолятори повинні розташовуватися у плані симетрично відносно центру ваги установки.

Віброізолятори розташовуються в чотирьох точках по кутах прямокутника. В необхідних випадках встановлюють додаткові віброізолятори симетрично центра ваги установки. З метою поліпшення доступу до віброізоляторів під час монтажу та перевірки додаткові віброізолятори розташовуються в центральних точках прямих, що з'єднують два суміжних кутових віброізолятора. При необхідності допускається застосування кутових віброізоляторів (від двох до шести вкупі).

Розрахунок пружинних віброізоляторів

У випадку, коли вибрано пружинні віброізолятори, що працюють на стиснення, їх слід вибрати на підставі табл. 2.19.

Таблиця 2.19 – Параметри опорних пружин (дріт сталевий пружинний)

Величина	Одиниця вимірювання	Відношення середнього діаметру пружин до діаметра дроту							
		7		8		9		10	
		4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Діаметр дроту 5 мм									
Максимальне робоче навантаження на пружину P_{max}	Н	4,6	4,6	4,1	5,1	3,8	3,8	3,2	3,2
Власна частота вертикальних коливань установки при максимальному навантаженні f_{lmax}	Гц	4,2	3,9	3,7	3,3	3,1	2,9	2,9	2,6
Жорсткість пружин в поздовжньому напрямку K_l	Н/м	$3,3 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^4$	$0,9 \cdot 10^4$
Діаметр пружини D	мм	35	35	40	40	45	45	50	50
Висота пружини в ненавантаженому стані H	мм	70	70	80	80	90	90	100	100
Повна висота пружини в ненавантаженому стані H_o	мм	75	75	85	85	95	95	105	105
Крок ненавантаженої пружини S	мм	15,6	12,7	17,8	14,5	20	16,4	22,5	18,3
Повна довжина дроту l	мм	660	770	755	880	850	990	945	1110
Діаметр дроту 6 мм									
Максимальне робоче навантаження на пружину P_{max}	Н	6,6	6,6	6,0	6,0	5,5	5,5	4,9	4,9
Власна частота вертикальних коливань установки при максимальному навантаженні f_{lmax}	Гц	3,9	3,5	3,3	3,0	2,9	2,6	2,7	2,4
Жорсткість пружин в поздовжньому напрямку K_l	Н/м	$4,0 \cdot 10^4$	$3,3 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^4$	$2,2 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^4$	$1,4 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^4$
Діаметр пружини D	мм	42	42	48	48	54	54	60	60
Висота пружини в ненавантаженому стані H	мм	84	84	96	96	108	108	120	120
Повна висота пружини в ненавантаженому стані H_o	мм	90	90	102	102	114	114	126	126
Крок ненавантаженої пружини S	мм	18,7	15,3	21,4	17,4	24,0	19,6	26,7	21,8
Повна довжина дроту l	мм	795	925	905	1060	1020	1990	1135	1320
Діаметр дроту 7 мм									
Максимальне робоче навантаження на пружину P_{max}	Н	900	900	840	840	720	720	655	655
Власна частота вертикальних коливань установки при максимальному навантаженні f_{lmax}	Гц	3,6	3,2	3,1	2,8	2,7	2,5	2,4	2,2
Жорсткість пружин в поздовжньому напрямку K_l	Н/м	$4,6 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^4$	$3,1 \cdot 10^4$	$2,6 \cdot 10^4$	$2,2 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^4$
Діаметр пружини D	мм	49	49	56	56	63	63	70	70

Закінчення таблиці 2.19

Висота пружини в ненавантаженому стані H	мм	98	98	112	112	126	126	140	140
Повна висота пружини в ненавантаженому стані H_o	мм	105	105	119	119	133	133	147	147
Крок ненавантаженої пружини S	мм	21,8	17,8	24,9	20,4	28,0	23,0	31,1	25,4
Повна довжина дроту l	мм	925	1080	1060	1230	1190	1390	1320	1540
Діаметр дроту 8 мм									
Максимальне робоче навантаження на пружину P_{max}	Н	1185	1185	1070	1070	965	965	830	830
Власна частота вертикальних коливань установки при максимальному навантаженні f_{lmax}	Гц	3,3	3,0	2,9	2,6	2,5	2,3	2,9	2,1
Жорсткість пружин в поздовжньому напрямку K_l	Н/м	5,3·10 ⁴	4,3·10 ⁴	3,6·10 ⁴	2,9·10 ⁴	2,5·10 ⁴	2,0·10 ⁴	1,8·10 ⁴	1,5·10 ⁴
Діаметр пружини D	мм	56	56	64	64	72	72	80	80
Висота пружини в ненавантаженому стані H	мм	112	112	128	128	144	144	160	160
Повна висота пружини в ненавантаженому стані H_o	мм	120	120	136	136	152	152	168	168
Крок ненавантаженої пружини S	мм	24,9	20,4	28,5	23,2	32,0	26,2	35,6	29,1
Повна довжина дроту l	мм	1060	1230	1210	1410	1360	1590	1510	1760
Діаметр дроту 9 мм									
Максимальне робоче навантаження на пружину P_{max}	Н	1500	1500	1355	1355	1220	1220	1020	1020
Власна частота вертикальних коливань установки при максимальному навантаженні f_{lmax}	Гц	3,2	2,9	2,7	2,5	2,4	2,2	2,2	2,0
Жорсткість пружин в поздовжньому напрямку K_l	Н/м	6,0·10 ⁴	4,9·10 ⁴	4,0·10 ⁴	3,3·10 ⁴	2,8·10 ⁴	2,3·10 ⁴	2,0·10 ⁴	1,7·10 ⁴
Діаметр пружини D	мм	63	63	72	72	81	81	99	90
Висота пружини в ненавантаженому стані H	мм	126	126	144	144	162	162	180	180
Повна висота пружини в ненавантаженому стані H_o	мм	135	135	153	153	171	171	189	189
Крок ненавантаженої пружини S	мм	28	22,9	32,0	26,2	36,0	29,4	40,0	32,8
Повна довжина дроту l	мм	1190	1390	1360	1590	1530	1786	1700	1980

Визначається статичне навантаження на одну пружину:

$$P_{cm} = \frac{P}{n \cdot m} H, \quad (2.60)$$

де P – загальна вага установки, Н;
 n – кількість віброізоляторів;
 m – кількість пружин в одному віброізоляторі.

Визначається розрахункове максимальне навантаження на одну пружину:

$$P_{\max, \text{розр.}} = P_{\text{ст}} + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot a_{\text{доп}}}{g} \cdot P_{\text{ст}} \text{ Н}, \quad (2.61)$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння;
 $a_{\text{доп}}$ – максимальна допустима амплітуда зміщення, мм;
 f – розрахункова частота змушуючої сили, Гц.

Визначається необхідна жорсткість K_H однієї пружини в повздовжньому напрямку:

$$K_H = \frac{K_{ZH}}{n \cdot m}, \quad (2.62)$$

де K_{ZH} – необхідна загальна жорсткість віброізоляторів, Н/м;
 n – кількість віброізоляторів;
 m – кількість пружин в одному ізоляторі.

Тип віброізоляторів обирається за табл. 2.18, 2.20 з дотримання двох умов:

$$P_{\max} \geq P_{\max \text{ розр}}; \quad K_Z \leq K_H, \quad (2.63)$$

де P_{\max} – максимальне робоче навантаження на пружину, Н (табл. 2.18, 2.19);
 K_Z – коефіцієнт жорсткості пружини в поздовжньому напрямку, Н/м (табл. 2.20).

Визначається ефективність віброізоляції:

$$\Delta L = 20 \cdot \lg \left(\frac{f^2}{f_z^2} - 1 \right) \text{ дБ}, \quad (2.64)$$

де f – частота змушувальної сили, Гц;
 f_z – частота власних вертикальних коливань установки, Гц.

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{K_Z \cdot g}{P_{\text{ст}}}}, \quad (2.65)$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння;
 K_Z – жорсткість одного віброізолятора Н/м;
 $P_{\text{ст}}$ – статичне навантаження на одну пружину Н.

Отримане значення ΔL повинне бути не меншим за даними табл. 2.16.
Визначаються параметри пружини в робочому стані (табл. 2.18, 2.19):
- максимальне осідання пружини ΔH :

$$\Delta H = \frac{10^3 \cdot P_{\max \text{ розр}}}{K_Z} \text{ мм}, \quad (2.66)$$

- повна висота пружини H_p у навантаженому стані:

$$H_p = H_c - D_H \text{ мм}, \quad (2.67)$$

- відношення осідання пружини до висоти в навантаженому стані та відношення висоти пружини до діаметра H_p/D_H .

Таблиця 2.20 – Параметри типових опорних пружин

Величина	Одиниця вимірювання	Пружини							
		ДО-38	ДО-39	ДО-40	ДО-41	ДО-42	ДО-43	ДО-44	ДО-45
Максимальне робоче навантаження на пружину P_{\max}		120	220	340	550	960	1680	2430	3800
Власна частота вертикальних коливань установки при максимальному робочому навантаженні $f_{z \max}$	Гц	3,0	2,7	2,5	2,4	2,1	2,1	1,9	1,8
Жорсткість пружини в поздовжньому напрямку K_Z	Н/м	$4,5 \cdot 10^4$	$6,2 \cdot 10^4$	$8,3 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$	$3,0 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^4$	$4,5 \cdot 10^4$
Діаметр дроту d	мм	3	4	5	6	8	10	12	15
Діаметр пружини D	мм	30	40	50	54	72	80	96	120
Висота пружини в ненавантаженому стані H	мм	65	84	102	114	152	171	203	245
Число робочих витків i		6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Повна висота пружини в ненавантаженому стані H_0	мм	68	88	107	123	164	186	220	275
Крок ненавантаженої пружини S	мм	10	13	17	18	24	27	32	40
Повна довжина дроту l	мм	752	1015	1185	1370	1825	2020	2424	3032

Розрахунок умових віброізоляторів

Згідно з розрахунками повинні бути вибрані марка гуми та основні розміри віброізолятора. Метою розрахунку є визначення висоти віброізоляторів та їх поперечних розмірів – діаметра циліндра або сторони квадрата.

Слід враховувати, що гума – матеріал, що зберігає свій об'єм при різних видах навантаження. Тому конструктивне виконання віброізолятора повинне передбачати розширення гуми у поперечному напрямку. При інших умовах

жорсткість гумового амортизатора буде значно вищою, ніж це необхідно.

З цією метою визначається площа поперечного перерізу всіх віброізоляторів S та робоча висота H_p кожного за формулами:

$$S = \frac{P}{\sigma} \text{ м}^2, \quad (2.68)$$

$$H_p = \frac{E \cdot S}{K_H} \text{ м}, \quad (2.69)$$

де P – загальна вага віброізолювальної установки, Н;

σ – розрахункове статичне напруження в гумі, Н/м²;

E – динамічний модуль пружності гуми, виготовленої з природного каучуку.

Характеристика гуми, що використовується у віброізоляторах наведена в табл. 2.21.

Визначаємо площу поперечного перерізу одного віброізолятора:

$$s = \frac{S}{n}, \quad (2.70)$$

де n – кількість віброізоляторів.

Таблиця 2.21 – Характеристика гуми, що використовується у віброізоляторах

Марка гуми	Модуль пружності $E \cdot 10^{-5}$ Па		Коефіцієнт пружного опору γ
	Динамічний E_R	Статичний $E_{СТ}$	
1	2	3	4
ИРП-1347	54	33	0,09
2566	38	23	0,11
СУ-363	153	51	0,15
8508	126	31	0,15
4326	226	60	0,16
Н068	166	39	0,17
199	196	40	0,208
122	206	73	0,21
9831	166	36	0,25
3826	236	46	0,30
2542Н	314	46,5	0,32
3311	250	16	0,09
2959	63	30	0,14
56	72	37	0,16

Якщо використовується кущовий віброізолятор, то:

$$s = \frac{S}{n \cdot m}, \quad (2.71)$$

де n – кількість віброізоляторів;
 m – кількість гумових стовпчиків в куші.

Далі визначається поперечний переріз одного віброізолятора:
- для циліндричного стовпчика d :

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}, \quad (2.72)$$

- для призматичного стовпчика – сторона квадрата:

$$\delta = \sqrt{S}. \quad (2.73)$$

З метою дотримання умов стійкості необхідно, щоб:

$$1,5 \cdot H_p \leq d \leq 8 \cdot H_p, \quad (2.74)$$

або

$$1,5 \cdot H_p \leq \delta \leq 8 \cdot H_p. \quad (2.75)$$

Якщо ця умова не виконуються, необхідно взяти гуму з більшою жорсткістю або відмовитися від гумових віброізоляторів і обрати пружинні віброгасячі пристрої.

Після цього визначається повна висота віброізоляторів:

$$H = H_p + \frac{1}{8} \cdot d \text{ м}, \quad (2.76)$$

або

$$H = H_p + \frac{1}{8} \cdot \delta \text{ м}. \quad (2.77)$$

Після уточнення розмірів віброізоляторів та марки гуми слід перевірити ефективність віброізоляції:

$$\Delta L = 20 \cdot \lg \left(\frac{f^2}{f_o^2} - 1 \right) \text{ дБ}, \quad (2.78)$$

де f – частота змушувальної сили, Гц;
 f_o – частота власних вертикальних коливань, Гц.

$$f_z = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{K_z \cdot g}{P}} \text{ Гц}, \quad (2.79)$$

$$K_z = \frac{E \cdot S}{H_p}, \quad (2.80)$$

де K_z – загальна жорсткість усіх віброізоляторів Н/м;
 S – загальна площа поперечного перерізу усіх віброізоляторів м²;
 E – динамічний модуль пружності гуми Н/м²;
 H_p – робоча висота віброізоляторів м;
 P – вага віброізольованої установки Н.

Отримане значення ΔL повинно бути не менше, ніж вказане в табл. 2.16.

Приклад 1. Розрахувати віброізольовану основу відцентрового вентилятора з клінопасовою передачею від електродвигуна, встановленого на важкому бетонному перекритті.

Швидкість обертання вентилятора 420 хв⁻¹.

Швидкість обертання електродвигуна 975 хв⁻¹.

Маса всієї установки (вентилятора, електродвигуна, шківів) 2055 кг.

Ексцентриситет обертових деталей вентилятора $\varepsilon = 0.2$ мм.

Вага обертових частин вентилятора $P_{об} = 5000$ Н.

Розв'язання.

Оскільки $N_{вент} < N_{ел\ дв}$, то як розрахункову швидкість N приймаємо $N_{вент}$:

$$N = N_{вент} = 420 \text{ хв}^{-1}.$$

Згідно з наведеними вище рекомендаціями вибираємо пружинні віброізолятори.

За табл. 2.17 знаходимо необхідну ефективність віброізоляції $\Delta L = 20$ дБ.

Визначаємо розрахункову частоту змушувальної сили:

$$f = \frac{N}{60} = \frac{720}{60} = 7 \text{ Гц}.$$

За графіком рис. 2.13 визначаємо $f_{доп} = 2,2$ Гц.

Визначаємо мінімальну необхідну масу віброізольованої установки при $a_{доп} = 0,18$ мм (табл. 2.18):

$$M_H = \frac{2,5 \cdot 0,2 \cdot 500}{0,18} = 13900 \text{ Н}.$$

Оскільки маса агрегата більша, ніж необхідна маса установки, то як агрегат може бути використана зварена рама.

Після виконання робочих креслень рами визначається її маса $M_p = 470$ кг. Орієнтовно масу рами можна приймати рівною 0,4 від маси всієї установки M_y .

Для даного випадку загальна маса M буде складати:

$$M = M_y + M_p = 2055 + 470 = 2525 \text{ кг.}$$

Визначаємо необхідну сумарну жорсткість віброізоляторів у вертикальному напрямку:

$$K_{ZH} = 4 \cdot \pi^2 \cdot 2,22 \cdot 2525 = 496000 \text{ Н/м.}$$

Приймаємо число пружин у кожному кущовому віброізоляторі рівним шести ($m = 6$) та визначаємо статичне та максимальне навантаження на одну пружину:

$$P_{CT} = \frac{25250}{6 \cdot 4} = 1050 \text{ Н,}$$
$$P_{\text{макс розр}} = 1050 + \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 3,14^2 \cdot 7^2}{6 \cdot 4} \cdot 1050 = 1110 \text{ Н.}$$

Визначаємо допустиму жорсткість однієї пружини за формулою:

$$K_H = \frac{K_{ZH}}{m \cdot n} = \frac{496000}{6 \cdot 4} = 20500 \text{ Н/м.}$$

При допустимій частоті $f_{\text{доп}}$ вертикальних коливань віброізольованої установки не більше $2,2 \text{ Гц}$ і фактичному робочому навантаженні на один віброізолятор 1050 Н підібрати пружину для віброізолятора за табл. 2.19 не вдається. Тому приймаємо число пружин у кожному віброізоляторі рівним 2.

При цьому:

- статичне навантаження на кожну пружину:

$$P_{CT} = \frac{2520}{2 \cdot 4} = 3160 \text{ Н,}$$
$$P_{\text{макс розр}} = 1050 + \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 3,14^2 \cdot 7^2}{2 \cdot 4} \cdot 1050 = 3330 \text{ Н,}$$

- допустима жорсткість:

$$K_H = \frac{496000}{2 \cdot 4} = 61500 \text{ Н/м.}$$

При такому навантаженні можна підібрати пружину за табл. 2.20. Це типова пружина ДО-45, для якої:

$$P_{\max} = 3800 \text{ Н} > P_{\max \text{ розр}} = 3330 \text{ Н},$$

$$K_Z = 45000 \text{ Н} < K_H = 61500 \text{ Н}.$$

Параметри пружини ДО-45 з табл. 2.5:

- діаметр дроту $d = 15 \text{ мм}$;
- діаметр пружини $D = 120 \text{ мм}$;
- число робочих витків $i = 6,5$;
- висота пружини в ненавантаженому стані $H = 245 \text{ мм}$;
- повна висота дроту $l = 3032 \text{ мм}$.

Визначаємо ефективність, забезпечувану віброізоляторами:

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{4500 \cdot 9,8}{3160}} = 1,9 \text{ Гц}.$$

$$\Delta L = 20 \cdot \lg\left(\frac{7^2}{1,92} - 1\right) = 22 > L_H = 20 \text{ дБ}.$$

Визначаємо параметри пружини в робочому стані (під навантаженням):

$$\Delta H = \frac{10^3 \cdot 3330}{45000} = 74 \text{ мм},$$

$$H_p = 275 - 74 = 201 \text{ мм},$$

$$\frac{\Delta H}{\Delta H_p} = \frac{74}{201} = 0,37; \quad \frac{H_p}{D} = 17.$$

Практичне завдання 1.

Розрахувати віброізольовану основу відцентрового вентилятора з клінопасовою передачею від електродвигуна, встановленого на важкому бетонному перекритті.

Вихідні дані для розрахунків наведені в табл. 2.22.

Таблиця 2.22 – Вихідні дані для розрахунків віброзахисту

Вихідні дані	№ варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Швидкість обертання вентилятора, хв. ⁻¹	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	300
Швидкість обертання електродвигуна, хв. ⁻¹	975	975	975	975	975	1400	1400	1400	1444	975
Маса всієї установки, кг	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	1600

Закінчення таблиці 2.22.

Ексцентриситет обертових деталей вентилятора ε , мм	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Вага обертових частин вентилятора, Н	4000	4500	5000	5500	6000	4000	4500	5000	5500	6000
Вихідні дані	№ варіанту									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Швидкість обертання вентилятора, хв. ⁻¹	600	500	450	400	350	300	1000	900	800	700
Швидкість обертання електродвигуна, хв. ⁻¹	975	975	975	975	975	975	1400	1400	1440	1400
Маса всієї установки, кг	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	1600
Ексцентриситет обертових деталей вентилятора ε , мм	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Вага обертових частин вентилятора, Н	6000	5500	5000	4500	4000	3500	3000	3500	4000	4500

Приклад 2. Розрахунок гумових амортизаторів.

Розрахувати гумові прокладки під вентилятор з $n_v = 3000$ хв.⁻¹ (50 Гц), з'єднаний клинопасовою передачею з електродвигуном $n_{дв} = 970$ хв.⁻¹. Вага всієї установки $P = 33300$ Н. Вентилятор встановлений на залізобетонному перекритті.

Розв'язання.

Визначаємо площу поперечного перерізу S та робочу висоту H_p при $\sigma = 5 \cdot 10^5$ Н/м² і твердості гуми $74 \cdot 10^5$ Н/м²:

$$S = \frac{P}{\sigma} = \frac{33300}{5 \cdot 10^5} = 6,65 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

За табл. 2.21 визначаємо динамічний модуль пружності гуми:

$$E_g = 166 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2.$$

Визначаємо K_{ZH} :

$$K_{ZH} = 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot \frac{P}{g},$$

де f_o визначаємо за даними табл. 2.16 та рис. 2.4 $f_o = 11$ Гц.

$$K_{ZH} = 4 \cdot 3,14^2 \cdot 11^2 \cdot \frac{33300}{9,8} = 162 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2.$$

$$H_p = \frac{E \cdot S}{K_{ZH}} = \frac{166 \cdot 10^5 \cdot 6,65 \cdot 10^{-2}}{162 \cdot 10^5} = 7 \cdot 10^{-2}.$$

Приймаємо кількість віброізоляторів $n = 6$.

Площа кожного віброізолятора:

$$S_1 = \frac{S}{6} = \frac{6,65 \cdot 10^{-2}}{6} = 1,11 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Розмір сторони квадрата a :

$$a = \sqrt{S} = \sqrt{1,11 \cdot 10^{-2}} = 1,01 \cdot 10^{-1} \text{ м}.$$

Визначаємо умови стійкості віброізолятора:

$$\begin{aligned} 1,5 \cdot H_p &\leq \delta \leq 8 \cdot H_p \\ 1,5 \cdot 7 \cdot 10^{-2} &\leq 1,06 \cdot 10^{-1} \leq 8 \cdot 7 \cdot 10^{-2} \\ 1,05 \cdot 10^{-1} &\leq 1,06 \cdot 10^{-1} \leq 5,6 \cdot 10^{-1}. \end{aligned}$$

Умова стійкості виконується.

Повна висота віброізолятора:

$$H = H_p + \frac{1}{8} \cdot \delta = 7 \cdot 10^{-2} + \frac{1,06 \cdot 10^{-1}}{8} = 0,84 \cdot 10^{-1}.$$

Перевіряємо ефективність віброізолятора:

$$\Delta L = 20 \cdot \lg \left(\frac{f^2}{f_o^2} - 1 \right);$$

$$K_z = \frac{E \cdot S}{H} = \frac{166 \cdot 10^5 \cdot 6,65 \cdot 10^{-2}}{7 \cdot 10^{-2}} = 162 \cdot 10^5 \text{ Н/м},$$

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{K_z \cdot g}{P}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{162 \cdot 10^5 \cdot 9,8}{33300}} = 11 \text{ Гц},$$

$$\Delta L = 20 \cdot \lg \left(\frac{11^2}{50^2} - 1 \right) = 20 \cdot \lg 20 = 26 \text{ дБ}.$$

Отримане значення ΔL не менше, ніж обране раніше.

Практичне завдання 2.

Розрахувати гумові прокладки під вентилятор зі швидкістю обертання $n_{\text{в}}$, з'єднаний клинопасовою передачею з електродвигуном $n_{\text{дв}}$. Вага всієї установки P . Вентилятор встановлений на залізобетонному перекритті.

Вихідні дані наведені в табл. 2.23

Таблиця 2.23 – Вихідні дані для розрахунків

Вихідні дані	№ варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Швидкість обертання вентилятора $n_{\text{в}}$, хв^{-1}	500	600	700	400	300	600	700	500	400	300
Швидкість обертання електродвигуна $n_{\text{дв}}$, хв^{-1}	975	975	1400	975	975	1400	1400	1400	975	975
Вага всієї установки P , Н	33300	25800	30000	24500	20000	38500	23200	18000	35000	22200
Вихідні дані	№ варіанту									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Швидкість обертання вентилятора $n_{\text{в}}$, хв^{-1}	300	400	500	600	700	800	500	600	700	300
Швидкість обертання електродвигуна $n_{\text{дв}}$, хв^{-1}	975	975	1400	1400	1400	1400	975	1400	1400	975
Вага всієї установки P , Н	21200	32500	25000	34200	19000	28000	18000	26000	30000	20000

Приклад 3.

Розрахувати віброізоляцію вібротаймера та віброгасний фундамент, забезпечивши дотримання допустимих параметрів вібрації робочих місць. Виконати два варіанти влаштування віброізоляції – пружинні віброізолятори та пневмогумові амортизатори (рис. 2.15 а, б). Визначити ефективність розрахованих віброізолювальних пристроїв.

Вібротаймер з вертикально спрямованим напрямком коливань має вантажопідймальність 10 т ; загальна вага $Q = 13\,860 \text{ Н}$, в тому числі рухомих частин $Q_{\text{рч}} = 11\,300 \text{ Н}$; частота коливань – 50 Гц ; максимальний кінетичний момент дебалансів – $M = 5200 \text{ Н/см}$; амплітуда коливань віброплатформи – $a = 0,5 \text{ мм}$, розмір віброплатформи – $6 \times 2,2 \text{ м}$; ґрунт – пісок дрібний, маловологий.

Розв'язання.

Розрахунок віброізоляції із застосуванням пружинних віброізоляторів.

Визначаємо динамічну силу, створювану дебалансами вібраторів:

$$F = \frac{M \cdot \omega^2}{g} = \frac{5200 \cdot 2 \cdot 3,14^2 \cdot f}{g} = \frac{5200 \cdot 4 \cdot 3,14^2 \cdot 2 \cdot 50^2}{981} = 522269 \text{ Н},$$

де $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f, \text{ c}^{-1}$.

Загальна жорсткість пружинних віброізоляторів з врахуванням статичної деформації $\lambda_{CT} = 0,5 \text{ см}$.

$$K = \frac{Q_{p.ч.}}{\lambda_{CT}} = \frac{113000}{0,005} = 22600000 \text{ Н/м},$$

$$f_o = \frac{5}{\sqrt{\lambda_{CT}}} = \frac{5}{\sqrt{0,5}} = 7,05 \text{ Гц}.$$

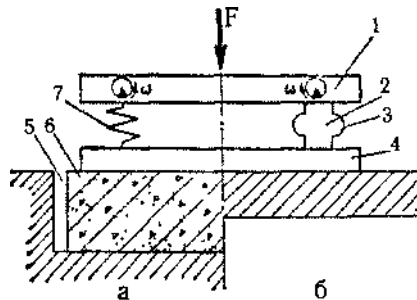


Рисунок 2.15 – Схема влаштування вібромайданчика з пружинними віброізоляторами (а) та пневмогумовими ізоляторами (б):

1 – рухома частина вібромайданчика; 2 – камера пневмогумового амортизатора; 3 – оболонка пневмогумового амортизатора; 4 – нерухома частина; 5 – акустичний шов; 6 – основа, що гасить вібрацію; 7 – пружинний віброізолятор.

Коефіцієнт передачі розраховується за формулою:

$$\mu = \frac{1}{\left(\frac{50}{7,05}\right)^2 - 1} = \frac{1}{49}.$$

Динамічна сила, що передається на основу:

$$F = F_o \cdot \mu = \frac{522269}{49} = 10666 \text{ Гц}.$$

Мінімальна площа основи вібромайданчика $S_M = 500 \times 200 = 100000 \text{ см}^2$.

Маса основи:

$$m_o = \frac{Q - Q_{pч}}{g} = \frac{13860 - 11300}{9,81} = 261 \text{ кг}.$$

Розраховуємо коефіцієнт жорсткості природної основи за заданим ґрунтом – піском дрібним маловологим з допустимим нормативним тиском

$R = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}; c_z = 40 \text{ Н/см}^3$ (табл. 2.24, 2.25):

$$K_o = S_o \cdot c_z = 100000 \cdot 40 = 4000000 \text{ Н/см}^2.$$

Власна частота коливань основи вібромайданчика визначається за формулою (2.7):

$$f_o = \frac{1}{6,28} \cdot \sqrt{\frac{4000000}{261}} = 21,6 \text{ Гц.}$$

Визначаємо амплітуду переміщень основи вібромайданчика:

$$a = \frac{F_o}{K_o \cdot \left(\frac{f^2}{f_o^2} - 1 \right)} = \frac{10666}{4000000 \cdot \left(\frac{50^2}{21,6^2} - 1 \right)} = 0,00061 \text{ мм.}$$

$0,00061 < a_{\text{доп}} = 0,0282 \text{ мм}$ (табл. 2.26).

Таблиця 2.24 – Коефіцієнти пружного рівномірного стиснення ґрунтів залежно від нормативного тиску на основу умовного фундаменту

Коефіцієнт пружного рівномірного стиснення ґрунтів $R, 1 \cdot 10^5, \text{ Па}$	1	2	3	4	5
Нормативний тиск $c_z, \text{ Н/см}^2$	20	40	50	60	70

Таблиця 2.25 – Допустимі нормативні тиски на ґрунт $R, 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Вид ґрунту	Допустимий нормативний тиск $R,$	Вид ґрунту	Допустимий нормативний тиск R
Піски незалежно від вологості:		Супіщаний при коефіцієнті пористості $K:$	
крупні	3,5 – 4,5	0,5	3
середньої крупності	2,5 – 3,5	0,7	2
Піски дрібні:		Суглинки при коефіцієнті пористості $K:$	
мало вологі	2 – 3	0,5	2,5 – 3
насичені водою	2,5 – 1,5	0,7	1,8 – 2,5
Піски пиловидні:			
мало вологі	2 – 2,5	1	1 – 2
дуже вологі	1,5 – 2		
насичені водою	1 – 1,5		

Таким чином, при застосуванні пружинних віброізоляторів амплітуда вібропереміщення основи вібромайданчика не перевищуватиме допустимого значення.

Розрахунок віброізоляції із застосуванням пневмогумових амортизаторів. Визначаємо власну частоту коливань вібромайданчика, встановленого на

пневмогумових амортизаторах.

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{C_{II} + C_E + C_G}{m}},$$

де $C_{II} = \frac{h \cdot \beta \cdot P_o \cdot S}{Q_o}$ – жорсткість від зміни ефективної площі Н/м;

$C_E = \alpha \cdot (P_o - P)$ – жорсткість пружинного пневмоелемента, Н/м;

C_G – жорсткість гумокордової оболонки, Н/м;

$h = 1,41$ – безрозмірний показник;

$\beta = \frac{dV}{dz} \approx S$ – похідна зміни об'єму пружинного пневмоелемента за прогином;

P_o – робочий тиск у пневмогумовому амортизаторі, Па. У розрахунках приймаємо робочий тиск у камерах $P_o = 6,0 \cdot 10^4$ Па;

V – об'єм камери пневмогумового амортизатора, м³, приймаємо $V = 0,4$ м³;

P – атмосферний тиск, Па.

Таблиця 2.26 – Допустимі значення амплітуди вібропереміщення

Частота гармонійної складової, Гц	Амплітуда вібропереміщення, $a_{\text{доп}}$, мм у виробничих приміщеннях		Частота гармонійної складової, Гц	Амплітуда вібропереміщення, $a_{\text{доп}}$, мм у виробничих приміщеннях	
	з вібруючими установками	без вібруючих установок		з вібруючими установками	без вібруючих установок
	2	1,4		0,57	16
4	0,25	0,1	31,5	0,0141	0,0056
8	0,063	0,025	63	0,0072	0,0028

Значення власної частоти коливань вібромайданчика при проведенні попередніх розрахунків визначаємо за формулою:

$$f_o = \frac{S}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{h \cdot P_o}{m_{p.c.} \cdot V}} = \frac{1,5}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{1,41 \cdot 6,0 \cdot 10^4}{11300 \cdot 0,4}} = 3,3 \text{ Гц.}$$

Визначаємо коефіцієнт передачі пневмогумових амортизаторів за формулою (2.3):

$$\mu = \frac{1}{\left(\frac{50}{3,3}\right)^2 - 1} = \frac{1}{229}.$$

Динамічна сила, що передається на основу:

$$F = F_o \cdot \mu = \frac{522629}{229} = 2282 \text{ Н.}$$

Визначаємо амплітуду переміщень основи вібромайданчика:

$$a_o = \frac{F_o}{K \cdot \left(\frac{f^2}{f_o^2} - 1 \right)} = \frac{2282}{4000000 \cdot \left(\frac{50^2}{3,3^2} - 1 \right)} = 0,00013 \text{ см} = 0,0013 \text{ мм} < a_{\text{доп.}}$$

Таким чином, при використанні пневмогумових амортизаторів амплітуда переміщень фундаменту не перевищуватиме допустимої величини.

Поєднання пружинних віброізоляторів з віброгасною основою та пневмогумових амортизаторів амплітуди переміщень фундаментів не перевищують допустимих величин. Пневмогумові амортизатори більш ефективні, оскільки коефіцієнт передачі пружинних амортизаторів $\mu = 1/49$, а пневмогумових амортизаторів – $\mu = 1/229$. При використанні пневмогумових амортизаторів немає потреби влаштовувати дорогі та складні при виготовленні фундаменти.

Практичне завдання 3.

Розрахувати віброізоляцію вібромайданчика та віброгасний фундамент, забезпечивши дотримання допустимих параметрів вібрації робочих місць. Виконати два варіанти влаштування віброізоляції – пружинні віброізолятори та пневмогумові амортизатори (рис. 2.15 а, б). Визначити ефективність розрахованих віброізолювальних пристроїв.

Вібромайданчик з вертикально спрямованим напрямком коливань має вантажопідіймальність P ; загальна вага Q , в тому числі рухомих частин $Q_{р.ч.}$; частота коливань $f - 50$ Гц; максимальний кінетичний момент дебалансів M ; амплітуда коливань віброплатформи – a , розмір віброплатформи – $A \times B$ м; ґрунт – завданням.

Вихідні дані надані в табл. 2.27.

Таблиця 2.27 – Вихідні дані для розрахунків

№ варіанту	Вихідні дані							
	Вантажо- підіймальність, Р т	Загальна вага установки Q, Н	Вага рухомих частин Q _{р.ч.} , Н	Частота коливань f, Гц	Максимальний кінетичний момент дебалансів M, Н/с	Амплітуда коливань віброплатформи a, мм	Розмір віброплатформи, м	Ґрунт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10	13860	11300	50	5200	0,5	6 × 2,2	Пісок дрібний насичений водою
2	8	15480	12400	50	5000	0,5	5 × 2	Пісок дрібний маловологий

Продовження таблиці 2.27.

3	12	12600	10300	50	4800	0,5	6,5 × 2,5	Пісок крупний
4	16	10200	8250	50	4500	0,5	7 × 3	Пісок середньої крупності
5	14	14200	12500	50	5300	0,5	6,5 × 3	Пісок пиловидний маловологий
6	8	13200	11300	50	6200	0,5	5,5 × 2,5	Пісок пиловидний дуже вологий
7	12	15260	13800	50	6000	0,5	6 × 2,2	Пісок пиловидний насичений водою
8	16	11380	10250	50	5800	0,5	5 × 2	Супіщаний коефіцієнт пористості $K = 0,5$
9	14	16200	14300	50	5300	0,5	6,5 × 2,5	Супіщаний коефіцієнт пористості $K = 0,7$
10	10	10500	8300	50	4700	0,5	7 × 3	Суглінок коефіцієнт пористості $K = 0,7$
11	12	10500	8300	50	5100	0,5	6,5 × 3	Пісок дрібний мало вологий
12	14	12000	10000	50	6400	0,5	6 × 2,2	Пісок дрібний насичений водою
13	10	8650	6400	50	5500	0,5	5 × 2	Пісок крупний
14	8	7560	5300	50	4800	0,5	6,5 × 2,5	Пісок середньої крупності
15	12	11200	9800	50	5100	0,5	7 × 3	Пісок пиловидний мало вологий
16	8	13860	10200	50	6200	0,5	6,5 × 3	Пісок пиловидний дуже вологий

Закінчення таблиці 2.27.

17	10	15480	13500	50	6100	0,5	6 × 2,2	Пісок пиловидний насичений водою
18	14	12600	10200	50	6700	0,5	5 × 2	Супіщений коефіцієнт пористості $K = 0,5$
19	15	10200	9300	50	6800	0,5	6,5 × 2,5	Супіщений коефіцієнт пористості $K = 0,7$
20	12	14200	12700	50	5400	0,5	7 × 3	Суглинок коефіцієнт пористості $K = 0,7$

2.4 Шум, інфразвук та ультразвук

2.4.1 Захист від шуму

Науково-технічний прогрес в усіх галузях виробництва і на транспорті супроводжується розробкою та широким впровадженням різноманітного обладнання, верстатів й транспортних засобів. Зростання потужностей сучасного обладнання, машин, побутової техніки, швидкий розвиток усіх видів транспорту привели до того, що людина на виробництві і в побуті постійно піддається впливу шуму й в першу чергу на центральну нервову серцево-судинну високої інтенсивності.

Шум оказує шкідливий вплив на увесь організм. Тривалий вплив інтенсивного шуму може привести до погіршення слуху, а в окремих випадках – до глухоти. Шум на виробництві несприятливо впливає на працівника: послабляє увагу, прискорює втому, уповільнює швидкість психічних реакцій, ускладнює своєчасну реакцію на небезпеку. Все це знижує працездатність і може стати причиною нещасного випадку, прискорюючи втому. Тому питання боротьби з шумом в даний час мають велике значення в усіх галузях техніки.

Шумом прийнято називати будь-який небажаний для людини звук, який заважає сприйняттю корисних сигналів. Шум являє собою безладне поєднання звуків різної інтенсивності і частоти. Класифікація шумів наведена в табл. 2.28.

Основними джерелами шуму електричної і радіоелектронної апаратури (РЕА) є:

- трансформаторне обладнання (силові трансформатори, трансформатори ланцюгів керування, трансформатори струму, дроселі насичення, реактори, що згладжують та компенсують, індуктивні накопичувачі тощо);

- обладнання систем охолодження (вентилятори, насоси, електродвигуни тощо);

- захисні оболонки.

Таблиця 2.28 – Класифікація шумів

Вид шумів	Характеристика шумів
механічного походження	виникає внаслідок вібрації поверхонь машин та обладнання, а також поодиноких або періодичних ударів в з'єднаннях деталей і конструкцій
аеродинамічного походження	виникає при витіканні стиснутого повітря або газу
гідромеханічного походження	виникає при витіканні рідини
Повітряний	розповсюджується в повітряному середовищі
електромагнітного походження	виникає внаслідок коливань елементів електромеханічних пристроїв під впливом перемінних магнітних сил

Однією з головних причин виникнення шуму трансформаторів є магнітострикція (зміна розмірів пластин сердечників) під впливом магнітного потоку. Шум трансформаторів має основну частоту, рівну подвоєній частоті живлючої мережі. На шум трансформаторів впливає ряд факторів: магнітна індукція, габаритні розміри, технологія і якість виготовлення магнітопроводів.

З фізичного боку шум характеризується звуковим тиском, інтенсивністю звука, частотою та іншими параметрами. Простір, в якому розповсюджуються звукові хвилі, зветься *звуковим полем*. Звуковий тиск призводить до погіршення слуху, а в окремих випадках – до глухоти. Шум на виробництві несприятливо впливає на робітника: послаблює увагу, прискорює втому, сповільнює швидкість психічних реакцій, ускладнює своєчасну реакцію на небезпеку. Усе це знижує працездатність і може стати причиною нещасного випадку. Тому питання боротьби з шумом в даний час мають велике значення в усіх галузях техніки. Тиск та швидкість руху частинок повітря в кожній точці звукового поля змінюються з часом. В результаті коливань, що утворюються джерелом звуку, в повітрі виникає звуковий тиск, який накладається на атмосферний. Частота звуку характеризується числом коливань в одиницю часу (ν) і вимірюється в герцах (Гц).

Таким чином, в якості звука людина сприймає пружні коливання, що розповсюджуються хвилеподібно в твердому, рідкому та газоподібному середовищі. Звукові хвилі виникають при порушенні стаціонарного стану середовища внаслідок впливу на неї будь-якої збуджуючої сили. Частиці середовища при цьому починають коліватися відносно положення рівноваги, причому швидкість таких коливань (швидкість коливання ν) значно менше швидкості розповсюдження хвилі (швидкості звуку). Різниця між атмосферним тиском і тиском в даній точці звукового поля прийнято враховувати звуковим тиском P , яке вимірюється в Паскалях (Па). Розповсюдження звукової хвилі супроводжується переносом енергії. Середній потік енергії в будь-якій точці середовища, віднесений до одиниці поверхні, нормальної до напрямку розповсюдження хвилі, зветься *інтенсивністю (силою)* звуку в даній точці

(Вт/м²). Вухо людини сприймає звуки частотою від 16 до 20000 Гц (акустичні звуки). Нечутні людиною коливання з частотою менше 16 Гц називаються *інфразвуковими*, а коливання частотою вище 20 кГц – *ультразвуковими*.

В акустиці вимірюють не абсолютні значення інтенсивності звуку або звукового тиску, а їх логарифмічні рівні L , взяті по відношенню до граничного значення інтенсивності звуку або граничному звуковому тиску. Одному белу відповідає збільшення інтенсивності звуку на границі чутності в 10 разів (при $\frac{I}{I_{ц}} = 10 \cdot L = 1Б$, при $\frac{I}{I_{ц}} = 100 \cdot L = 2Б$ тощо). Встановлено, що орган чутності людини здатний розрізняти збільшення звуку на 0,1 Б, тобто на 1 дБ, а тому рівень інтенсивності звуку вимірюють в децибелах L , дБ:

$$L = \lg \frac{I}{I_o}, \quad (2.81)$$

де I – інтенсивність звуку в даній точці, Вт/м²;

I_o – інтенсивність звуку на границі чутності на частоті 1000 Гц ($I_o = 10^{-12}$ Вт/м²).

Так як інтенсивність звуку пропорційна квадрату звукового тиску, рівень інтенсивності звуку можна визначити також виходячи з величини звукового тиску:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_o} = 10 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_o} \right)^2 = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_o}, \quad (2.82)$$

де P – звуковий тиск в даній точці, Па (Н/м²);

$P_o = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – граничний звуковий тиск (на границі чутності). На границі болювого відчуття $P_{\max} = 2 \cdot 10^2$ Па.

В діапазоні від границі чутності до болювої границі ($I_{\max} = 10^2$ Вт/м²) сила (інтенсивність) звуку збільшується і мільярди разів ($\frac{I_{\max}}{I_o} = \frac{10^2}{10^{-12}} = 10^{14}$). Такий

величезний діапазон звуків доступний людині завдяки здатності його слухового органа реагувати не на абсолютну інтенсивність звуку, а на його приріст, який називається рівнем інтенсивності звуку, який характеризується як логарифм відношення двох порівняльних сил звуку (який розглядається на границі чутності). Таким чином, чутний діапазон звуків укладається в 140 дБ.

Шум може бути представлений у вигляді суми гармонічних коливань (рис. 2.16, а, б, в). Розкладання шуму на гармонічні складові (на окремі тони) називається спектральним аналізом. В залежності від характеру шуму його спектр може бути дискретним (рис. 2.16, г), безперервним (рис. 2.16, д) або змішаним (рис. 2.16 е). Звуковий діапазон частот поділяється на три області: низькочастотну (16 – 400 Гц), середньочастотну (400 – 1000 Гц) та

високочастотну (1000 – 20000 Гц). Найбільш чуттєве вухо до коливань в діапазоні частот від 1000 до 3000 Гц.

При аналізі шуму спектр (діапазон звукових частот) розбивають на октавні смуги, в яких верхня частота в два рази більша нижньої. Полоса характеризується середньгеометричною частотою $f_{с.г.}$, Гц:

$$f_{с.г.} = \sqrt{\frac{f_в}{f_н}} \quad (2.83)$$

де $f_в$ і $f_н$ – гранична верхня та нижня частоти смуги, Гц.

Середньгеометричні частоти прийняті наступні: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц. За еталонну частоту при нормування рівня шуму прийнята частота 1000 Гц.

Вимірювання шуму на робочих місцях

Вимірювання шуму проводиться шумомірами разом з аналізаторами спектра шуму АШ-2М. Широке розповсюдження отримали вітчизняні шумоміри Testo, Асистент, Октава, ВШВ, Алгоритм. Це прилади, в яких звук, що сприймається мікрофоном, перетворюється в електричні коливання, які потім підсилюються і пройшовши корегуючі фільтри і випрямляч. реєструються стрілочним приладом. Шум на робочих місцях вимірюється на рівні вуха працівника при включенні не менше 2/3 встановленого обладнання.

Акустичним робочим місцем називається область звукового поля, де знаходиться працівник. В більшості випадків робочим місцем вважається зона звукового поля на відстані 0,5 м від машини з боку робочих органів пульта управління на висоті 1,5 м від підлоги.

Вимірювання шуму проводиться в наступній послідовності:

- виявляють найбільш шумливе обладнання і вимірюють спектри шуму на робочих місцях;
- визначають час за зміну, протягом якого працюючий підвергається впливу шуму;
- порівнюють значення рівнів шуму, що виміряні, зі значеннями граничного спектру за санітарними нормами.

Можна провести акустичний розрахунок рівня шуму на робочих місцях, що очікується.

Якщо присутні n джерел однакового шуму, а рівень інтенсивності звуку одного джерела L_1 , то сумарний рівень шуму можна визначити з рівняння:

$$L_{сум} = L_1 + 10 \lg n \quad (2.84)$$

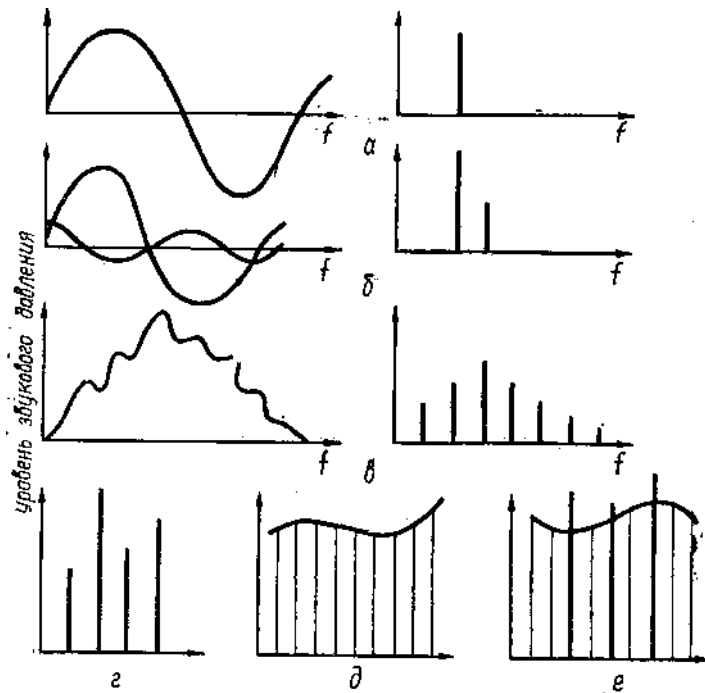


Рисунок 2.16 – Характеристики шумів:
а, б, в – графіки коливань; г, д, е – спектри

При n , рівному: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 20; 30 і 100, значення $10 \lg n$ приймають відповідно: 0; 3; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 13; 15; 20.

При двох різних джерелах шуму L_1 і L_2 сумарний рівень шуму можна визначити за формулою:

$$L_{\text{сум}} = L_1 + \Delta L, \quad (2.85)$$

де L_1 – найбільший з двох сумарних рівнів шуму, дБ;

$\Delta L = L_1 - L_2$ – добавка різниці рівнів шуму джерел (при $L_1 > L_2$).

Значенням різниці $L_1 - L_2$, дБ: 1; 2; 3; 4; 6; 7; 8; 9; 10 відповідають значення добавки ΔL , дБ: 3; 2,2; 1,7; 1,6; 1,5; 1,0; 0,8; 0,6; 0,5; 0,4.

При більшому числі джерел шуму ніж два рівні інтенсивності підсумовуються послідовно – від найбільшого до найменшого.

Наприклад, необхідно узнати сумарний рівень шуму від трьох верстатів з рівнями шуму 102, 98 і 97 дБ.

Визначаємо першу різницю рівнів:

$$\Delta L_1 = 102 - 98 = 4,$$

що відповідає додатку $\Delta L = L_1 - L_2 = 1,6$ дБ, тобто :

$$L_{\text{сум1}} = 102 + 1,6 = 103,6 \text{ дБ.}$$

Визначаємо наступну різницю рівнів:

$$\Delta L_2 = L_{\text{сум1}} - L_3 = 103,6 - 97 = 6,6 \text{ дБ},$$

що відповідає додатку $\Delta L_2 = 1$ дБ, тобто:

$$L_{\text{сум2}} = L_{\text{сум1}} + \Delta L_2 = 103,6 + 1 = 104,6 \text{ дБ}.$$

Якщо різниця рівнів двох джерел шуму не перебільшує 8 – 10 дБ, то рівень менш гучного джерела можна не враховувати, так як додаток буде менше 1 дБ.

Зменшення інтенсивності звуку при розповсюдженні сферичної хвилі у відкритому просторі приблизно пропорціональна квадрату відстані від джерела звуку.

Знаючи інтенсивність звуку I_1 і відстані від джерела звуку r_1 і r_2 , інтенсивність звуку I_2 можна визначити з формули:

$$I_2 = I_1 \cdot \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \quad (2.86)$$

Перейшовши до рівнів інтенсивності звуку, отримаємо вираз:

$$L_2 = L_1 - 20 \cdot \lg \frac{r_2}{r_1}. \quad (2.87)$$

Наприклад, якщо $L_1 = 80$ дБ, $r_1 = 2$ м, $r_2 = 4$ м, то:

$$L_2 = 80 - 20 \cdot \lg \frac{4}{2} = 74 \text{ дБ}.$$

Шуканий рівень інтенсивності L , дБ, при одночасній роботі джерел шуму можна визначити з рівняння:

$$L = 10 \cdot \lg(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}), \quad (2.88)$$

де $L_1, L_2 \dots L_n$ – рівні звукового тиску або рівні інтенсивності, що утворюються кожним джерелом в розрахунковій точці.

Характеристики джерел шуму

Залежність середньоквадратичних значень синусоїдальних складових шуму (або відповідних їм рівнів в дБ) від частоти називається частотним спектром або просто спектром. Спектри отримують, використовуючи аналізатори шуму – набір електричних фільтрів, які пропускають сигнал в

певній смузі частот. Найбільшого поширення набули фільтри з постійною смугою пропускання (октавні фільтри). Вимірювання спектрів шуму в октавних смугах проводять для порівняння шуму машин, нормування тощо.

Для орієнтовної оцінки шуму, спектр якого невідомий, використовується характеристика A , яка показує рівень звуку в дБА (A позначає автоматичне підстроювання слухового органу людини на дану частоту). Шуми поділяють на постійні, рівні звуку яких за 8-годинний робочий день змінюються в часі не більше ніж на 5 дБА, і непостійні (переривисті, імпульсні і ті, що коливаються у часі), для яких ця зміна більше 5 дБА.

У відповідності до ДСТУ EN ISO 11200:2015 Акустика. Шум, утворюваний машинами й устаткуванням. Настанови щодо використання базових стандартів на визначення рівнів звукового тиску на робочому місці та в інших характерних точках (EN ISO 11200:2014, IDT) шумовими характеристиками, які вказуються в технічній документації машини є:

- рівні звукової потужності шуму L_p в октавних полосах середньогеометричних частот 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц;
- характеристики спрямованості випромінювання шуму машиною.

Нормування шуму

Область чутних звуків обмежується не тільки певним частотами, а й певними граничними значеннями звукових тисків та їх рівнів. Патологічні зміни, що виникли під впливом шуму, розглядають як шумову хворобу, коли шум викликає небажану реакцію усього організму людини. В зв'язку з цим необхідно систематично контролювати рівень шуму на робочих місцях, захищати працівників від шкідливої дії шуму.

При нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування за граничним спектром шуму;
- нормування рівня звуку в дБА.

Перший метод нормування є основним для постійних шумів. За даним методом нормуються рівні звукових тисків у восьми октавних полосах частот (шум на робочих місцях не повинний перебільшувати допустимих рівнів, значення яких наведені в ДСН 3.3.6.037-99). Сукупність восьми допустимих рівнів звукового тиску зветься *граничним спектром* (ГС). Причому, зі збільшенням частоти (більш неприємний шум) допустимі рівні зменшуються. Кожен із спектрів має свій індекс ПС, наприклад ПС-80, де цифра 80 – допустимий рівень звукового тиску в октавній смузі із середньгеометричною смугою 1000 Гц (при частоті 63 Гц – 99 дБ, при 123 Гц – 92 дБ, при 250 Гц – 86 дБ, при 500 Гц – 83 дБ, при 1000 Гц – 80 дБ, при 2000 Гц – 78 дБ, при 4000 Гц – 76 дБ, при 8000 Гц – 74 дБ і еквівалентні рівні – 85 дБА).

Другий метод нормування загального рівня шуму, виміряного за шкалою A шумоміра і званого рівнем звуку в дБА, використовується для орієнтовної оцінки постійного і непостійного шуму, так як в цьому випадку ми не знаємо спектра шуму. Рівень звуку (дБА) пов'язаний з граничним спектром (ПС при частоті 1000 Гц а дБ) залежністю:

$$L_A = PC + 5. \quad (2.89)$$

Для тонального і імпульсного шуму допустимі рівні повинні прийматися на 5 дБ менше значень, наданих в санітарних нормах і ДСТУ. Нормування шуму в житлових і громадських будівлях проводиться за ДБН.

Методи боротьби з шумом

Для зниження шуму можна використовувати наступні методи (рис. 2.17):

- зменшення рівня шуму в джерелі (зниження L_p) поліпшенням конструкцій машин за рахунок точності виготовлення вузлів тощо;
- зменшення механічного шуму за рахунок вдосконалення технологічних процесів та обладнання (балансування обертових елементів машин, використання пластмасових шестерень замість сталевих тощо);
- раціональне планування підприємств і цехів (дотримання розривів не менше 100 м від будівлі з шумною технологією тощо);
- зміна напрямку випромінювання шуму в протилежний бік від робочого місця або житлового будинку;
- акустична обробка приміщень (рис. 2.18) – зменшення енергії відбитих хвиль збільшенням еквівалентної площі звукопоглинального облицювання (розміщення на внутрішніх поверхнях приміщення звукопоглинального облицювання, установка в приміщенні одиничних звукопоглиначів);
- зменшення шуму на шляху його розповсюдження шляхом установки звукоізолюючого огороження (перешкоди) у вигляді стін, перегородок, кожухів, кабін (огороження можуть бути одношарові та багатшарові);
- використання глушників шуму для зменшення шуму різних аеродинамічних установок.

Часто на деяких виробництвах не економічно, а іноді практично неможливо зменшити шум до допустимих величин (клепка, обрубання, зачистка, випробування двигунів внутрішнього згорання тощо). В цих випадках використання засобів індивідуального захисту є основними заходами, що запобігають професійним захворюванням працівників.

До засобів індивідуального захисту відносять: вкладиші, навушники і шоломи.



Рисунок 2.17 – Класифікація колективних засобів захисту від шуму.

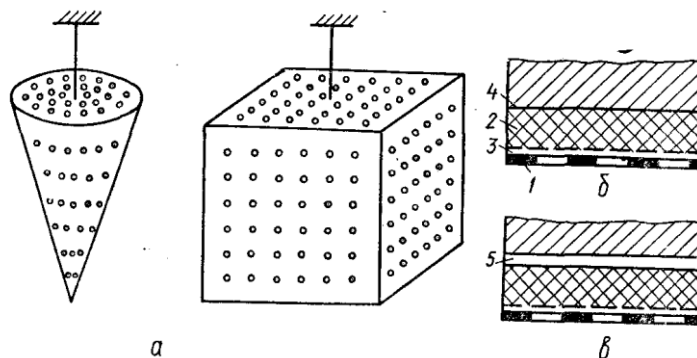


Рисунок 2.18 – Акустична обробка приміщень: а – звукопоглиначі з подвійними стінками; б – конструкція звукопоглинаючого облицювання без повітряного проміжку; в – теж, з повітряним проміжком; 1 – перфорований лист; 2 – шар звукопоглинаючого матеріалу; 3 – захисна склотканина (для зміцнення шару 2); 4 – стіна або стеля; 5 – повітряний проміжок між шаром і огороженням (або плита з звукопоглинаючого матеріалу)

2.4.2 Розрахунок очікуваного шуму у приміщенні

Приклад 1.

1. Розрахувати очікуваний рівень звуку у приміщенні від джерела шуму розташованого на території, яка прилягає до будівлі.

Шум від цього джерела проникає через огорожуючі конструкції в ізольоване приміщення. Розрахуємо очікуваний рівень звуку в розрахунковій точці, тобто у приміщенні за формулою:

$$L = L_{\text{сум}} + \lg S - R - 10 \cdot \lg B + 6 \text{ дБА},$$

де: $L_{\text{сум}}$ – сумарний рівень звукового тиску, який створюється усіма джерелами шуму на відстані 2 м від будівлі (в нашому випадку одне джерело шуму);

B – постійна приміщення, яке ізолюється;

S – площа огородження приміщення, яке ізолюється, м²;

R – звукоізолююча спроможність огородження приміщення (скло, цегла, бетон), яке ізолюється.

$$L_{\text{сум}} = 10 \cdot \lg \sum 10^{0,1 \cdot L_k}, \text{ дБА,}$$

$$L_k = L_p - 20 \cdot \lg r_k + 10 \cdot \lg \frac{\Phi_k}{\pi} - \frac{\beta_a \cdot r_k}{1000} \text{ дБА,}$$

де: L_k – рівень звуку, який створюється джерелом шуму на відстані 2 м від будівлі;

L_p – рівень звукової потужності джерела шуму;

r_k – відстань від джерела шуму до розрахункової точки (розрахункова точка розташована на відстані 2 м від будівлі, розраховується як $r_3 = d - 2$, м; d – відстань від джерела шуму до будівлі);

Φ_k – фактор напрямку, приймаємо $\Phi_k = 2$;

β_a – гасіння звуку в атмосфері, дБ/км (якщо $r_k < 50$ м, то гасіння звуку в атмосфері не враховується);

L_n – нормативні значення рівнів шуму (ДСН 3.3.6.037-99).

Таблиця 2.29 – Вихідні дані для самостійної роботи за варіантами

Показники	Одиниця виміру	Номер варіанту									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		2	4	3	5	8	6	10	9	7	10
S	м	20	30	40	50	60	70	80	100	200	300
R	дБА	5	10	15	12	12	8	6	5	4	7
L_p	дБА	85	90	95	100	90	110	105	95	100	110
d	м	50	60	80	70	90	100	150	200	100	100
β_a	дБА/км	5	10	15	5	6	7	8	9	10	15
L_n	дБА	50	60	65	80	75	75	80	80	80	80

2. Розрахункові рівні звуку у приміщенні порівняти з нормативними значеннями і зробити висновки.

2.4.3 Визначення рівнів шуму від вентиляторів з урахуванням звукоізоляції цегляної стіни

Приклад 2.

Визначити рівні звукового тиску, який створюють 4 вентилятори встановлені в окремому приміщенні і працюючими з однаковими режимами (продуктивністю $Q = 2000$ м³/год, розвинутим тиском $H = 900$ Па).

Сусіднє приміщення цехової лабораторії відділене від приміщення з вентиляторамі глухою цегляною стіною товщиною 520 мм.

Визначити рівні звукового тиску в лабораторії та їх відповідність вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

Розв'язання

Звуковий тиск від одного вентилятора визначаємо за формулою:

$$L_{pj} = 10 \cdot \lg Q + 5 \cdot \gamma \cdot (\lg H - 1) - 30 \cdot \lg f + 140,$$

де f – середньо геометрична частота смуги, Гц;
 γ – коефіцієнт (його значення наведені в таблиці 2.30).

Рівень звукового тиску від декількох джерел звуку однакової потужності визначаємо за формулою:

$$L_n = L_{pj} + 10 \cdot \lg n \quad (2.90)$$

де n – кількість джерел звуку.

Рівні шуму в лабораторії в кожній з октавних смуг визначається як різниця між звуковим тиском джерела шуму й звукоізоляцією стіни:

$$L_{\text{лаб}j} = L_{nj} - R_j$$

Потім ця величина порівнюється з допустимими рівнями звукового тиску.

Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.31.

Таблиця 2.30 – Значення коефіцієнта γ

Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
γ	0,4	0,6	1,6	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0

Таблиця 2.31 – Результати розрахунків

Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Звуковий тиск від одного вентилятора, L_p , дБ	88	82	87,6	91,7	97,3	95,6	93,9	92,2
Загальний рівень звукового тиску, L_n , дБ	92,8	86,8	92,4	96,5	102	100,4	98,67	96,97
Звукоізоляція цегляної стіни, $R_{ст}$ дБ	45	45	52	59	65	70	70	70
Рівні звукового тиску в лабораторії, $L_{\text{лаб}}$, дБ	47,8	41,8	40,4	37,5	37	30,4	28,67	26,97
Допустимі рівні звукового тиску в лабораторії, $L_{\text{доп}}$, дБ	79	70	63	58	55	52	50	49

За результатами розрахунків рівень звука в лабораторії не перевищує допустимих значень.

Приклад 3.

Визначити рівні шуму від вентиляторів з урахуванням звукоізоляції цегляної стіни, використовуючи методику приведену у прикладі. Деякі показники залишаються незмінними, а інші залежать від варіанту, зокрема товщина стіни, δ , мм. Звукоізолюючу спроможність цегляної стіни слід визначати за даними Додатку Б, табл. Б.32. Щоб правильно використовувати дані цього довідника, треба пам'ятати, що довжина цегли 250 мм, а ширина 125 мм.

Якщо в результаті розрахунків виявиться, що на деяких середньо

геометричних частотах (або на одній) рівні звукового тиску в лабораторії перевищують допустимі ДСН 3.3.6.037-99, то треба запропонувати заходи щодо зниження шуму.

Таблиця 2.32 – Вихідні дані для самостійної роботи

№ з/п	Показники				№ з/п	Показники			
	<i>n</i> , кільк.	Q° , м ³ /год	H, Па	δ , мм		<i>n</i> , кільк.	Q° , м ³ /год	H, Па	δ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	2	1500	500	125	14.	8	2100	1100	125
2.	3	1600	600	250	15.	7	2200	1200	250
3.	4	1700	700	375	16.	6	2300	1300	375
4.	5	1800	800	500	17.	5	2400	1400	500
5.	6	1900	900	625	18.	4	2500	1500	625
6.	6	2000	1000	625	19.	3	2600	1600	500
7.	5	2100	1100	500	20.	2	2700	1700	375
8.	4	2200	1200	375	21.	3	1500	1500	250
9.	3	2300	1300	250	22.	4	1600	1600	125
10.	2	2400	1400	125	23.	5	1700	1700	250
11.	7	2500	1500	250	24.	5	1800	1800	375
12.	8	2600	1600	375	25.	6	1900	1900	250
13.	8	2700	1700	250	26.	4	2000	2000	250

2.4.4 Розрахунок частотної характеристики звукоізолюючого матеріалу

Практичне завдання.

Розрахувати частотну характеристику звукоізолюючої здатності завданого матеріалу визначеної товщини. (табл. 2.33).

Таблиця 2.33 – Варіанти завдань

№	Матеріал	Товщина <i>b</i> , см	№	Матеріал	Товщина <i>b</i> , см
1.	Алюміній	0,4	16.	Пісок	12
2.	Асфальт	10	17.	Полівінілхлорид	5
3.	Береза, 15% волог.	15	18.	Поліпропілен	4
4.	Бетон	22	19.	Полістирол	3,5
5.	Вода при 4 ⁰ С	21	20.	Поліуретан	4,5
6.	Повсть технічний	12	21.	Поліетилен	4,2
7.	Гіпс	14	22.	Сталь конструкційна	2
8.	Граніт	9	23.	Скло віконне	3
9.	Гума	3,7	24.	Скло органічне	3,6
10.	Дуб, 15% вологість	16	25.	Склотекстоліт	2,8
11.	Залізобетон	9	26.	Текстоліт	2,6
12.	Картон ізоляційний	9	27.	Фанера	10
13.	Корок	5,5	28.	Фарфор	12
14.	Мрамур	20	29.	Фторопласт	8
15.	Папір	11	30.	Цегла	12,5

2.4.5 Захист від ультразвуку та інфразвуку

Основними джерелами інфразвуку є двигуни внутрішнього згорання, вентилятори, поршневі компресори та інші тихохідні машини, що працюють з числом робочих циклів менше 20 за секунду. При дії інфразвуку з рівнями 100 – 120 дБ виникають головні болі, зниження працездатності, поява почуття страху порушення функції вестибулярного апарату, а при частоті 5 – 10 Гц – відчуття вібрації внутрішніх органів. Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньо геометричними частотами 2, 4, 8 і 16 Гц повинні бути не більше 105 дБ, а в смузі з частотою 32 Гц – не більше 102 дБ.

В результаті тривалих впливів інфразвукових коливань у людини з'являються: слабкість, втомленість, дратливість, порушується сон.

Інфразвук частотою 8 Гц найбільш небезпечний для людини в зв'язку з тим, що ця частота співпадає з α -ритмом біотопів мозку.

Зниження інтенсивності інфразвуку досягається за рахунок зменшення його джерела, поглинання, використання індивідуальних засобів захисту.

До основних заходів по боротьбі з інфразвуком можна також віднести підвищення швидкохідності машин, що забезпечує перевід максимуму випромінювання в область парних частот; підвищення жорсткості конструкцій великих розмірів; усунення низькочастотних вібрацій; установка глушників реактивного типу (відбиваючих енергію назад до джерела).

Ультразвук знаходить широке використання (паяння, зварювання, обробка надхрупких та надтвердих матеріалів, дефектоскопія, медицина, очищення забрудненого повітря тощо). Генераторами ультразвуку є ультразвукове технологічне обладнання ті прилади, Під час їх роботи при частоті 20-70 Гц утворюється шум в 100 – 120 дБ, який не сприймається вухом. При зіткненні з предметами і речовинами, в яких збуджені ультразвукові коливання, відбувається небезпечне контактне опромінення. При роботі на таких ультразвукових установках необхідно користуватися спеціальними захисними засобами – гумовими рукавичками з бавовняною підкладкою.

В приладобудуванні ультразвук використовується для інтенсифікації технологічних процесів при очищенні та знежирюванні деталей, ультразвукової дефектоскопії тощо. Для збудження ультразвукових коливань (УЗК) в середовищі використовують різні методи перетворення електричної енергії в ультразвукову: магніто-стрікційний для отримання УЗК частотою до 20 МГц, потужністю до 60 кВт і п'єзоелектричний – для отримання УЗК частотою більше 1 МГц, невеликої потужності (рідко більше 1 кВт). Частота ультразвуку, що використовується, більше 20 кГц, потужність до декількох кіловат.

Ультразвук оказує шкідливий вплив на організм людини, а саме: відбуваються різні порушення нервової системи, змінюється тиск, склад та властивості крові, втрачається слухова чутність. Ультразвук може діяти на людину як через повітряне середовище, так і через рідку та тверду (контактна дія на руки). У відповідності до ДСТУ EN ISO 11200:2015 рівні звукових тисків в діапазоні частот 11 – 20 кГц не повинні перебільшувати відповідно 75 – 110

дБ, а загальний рівень звукового тиску в діапазоні частот 200 – 100 дБ не повинен бути більше 110 дБ.

Захист від дії ультразвуку через повітря може бути забезпечена наступними заходами:

- використанням в обладнанні більш високих робочих частот, для яких допустимі рівні звукового тиску вище;
- використанням кожухів з листової сталі або дюралюмінію (товщиною 1 мм) і гетинаксу (5 мм) з обклеюванням гумою або руберойдом;
- влаштуванням екранів (прозорих) між обладнанням та працівником;
- розміщенням ультразвукових установок в окремих приміщеннях.

Захист від дії ультразвуку при контактному випромінюванні складається в повному виключенні безпосереднього дотику працюючих з інструментом, рідиною та виробами, оскільки такий вплив найбільш шкідливий.

Для зниження звукового тиску УЗК використовують звукопоглинання та звукоізоляцію. Гарні звукоізолюючі властивості мають металеві кожухи з листової сталі товщиною 1,5 – 2 мм, покриті гумою товщиною до 1 мм. Використовують пористу гуму, поролон, органічне скло.

Безпосередній контакт працівників з джерелами УЗК можна усунути механізацією і автоматизацією процесів при паянні, очистці та знежирюванні деталей, використанням засобів індивідуального захисту у вигляді подвійних рукавичок (бавовняних й гумових) тощо.

Приклад.

Визначити ефективність використання акустичної обробки приміщення цеху точкового зварювання арматурних каркасів. Розміри цеху $72 \times 12 \times 4,5$ м, об'єм цеху $V = 3880$ м³, площі огорожуючих поверхонь: стелі $S_{\text{стелі}} = 864$ м², підлоги $S_{\text{підлоги}} = 864$ м², стін $S_{\text{стін}} = 420$ м². Загальна площа 2148 м². В цеху встановлено 18 багатоточкових зварювальних автоматів для збирання арматури сіток. Визначити граничний радіус дії шуму на працівника.

Розв'язання.

Визначаємо граничний радіус за формулою:

$$r_{zp} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{B_{8000}}{n}}, \quad (2.91)$$

де $n = 18$ кількість джерел шуму;

B_{8000} – постійна приміщення на частоті 8000 Гц:

$$B_{8000} = B_{1000} \cdot \mu_{8000}. \quad (2.92)$$

Значення постійної приміщення B_{1000} на середньгеометричній (еталонній) частоті 1000 Гц наведені в табл. 2.25.

Таблиця 2.34 – Значення постійної приміщення B_{1000}

Приміщення	$B_{1000}, \text{м}^2$
З малою кількістю людей (цехи заводів тощо)	$V/20$
З жорсткими меблями і великою кількістю людей або з невеликою кількістю людей і з м'якими меблями (лабораторії, кабінети, ткацькі та деревопереробні цехи)	$V/10$
З великою кількістю людей та з м'якими меблями (зали КБ та ресторанів, навчальні аудиторії, магазини, ресторани, житлові приміщення тощо)	$V/6$
Приміщення зі звукопоглинаючим облицюванням стелі та частини стін	$V/1,5$

В нашому випадку $B_{1000} = V/20$.

Частотний множник μ приймається в залежності від об'єму приміщення $V, \text{м}^3$ за табл. 2.26. $\mu = 6$.

Таблиця 2.35 – Значення частотного множника μ

Об'єм приміщення, $V, \text{м}^3$	Значення μ на частотах октавних полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
< 200	0,8	0,75	0,7	0,8	1,0	1,4	1,8	2,5
200 - 1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1,0	1,5	2,4	4,2
> 1000	0,5	0,5	0,65	0,7	1,0	1,6	3,0	6,0

Виходячи з цього визначаємо B_{8000} :

$$B_{8000} = B_{1000} \cdot \mu_{8000} = \frac{V}{20} \cdot 6 = \frac{3880}{20} \cdot 6 = 1164 \text{ м}^2.$$

На підставі отриманих даних розраховуємо граничний радіус впливу шуму на працівника:

$$r_{zp} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{B_{8000}}{n}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{1164}{18}} = 8,04 \text{ м}.$$

Практичне завдання

Визначити ефективність використання акустичної обробки приміщення цеху точкового зварювання арматурних каркасів. Розміри цеху $A \times B \times H$ м, об'єм цеху $V \text{ м}^3$, площі огорожуючих поверхонь: стелі $S_{\text{стелі}} \text{ м}^2$, підлоги $S_{\text{підлоги}} \text{ м}^2$, стін $S_{\text{стін}} \text{ м}^2$. Загальна площа $S_{\text{заг}} \text{ м}^2$. В цеху встановлено n багато точкових зварювальних автоматів для збирання арматури сіток. Визначити граничний радіус дії шуму на працівника

Вихідні дані до розрахунків наведені в табл. 2.36

Таблиця 2.36 – Вихідні дані до розрахунків

№ варіанту	Розміри приміщення, м			Об'єм приміщення, V	Площа S, м ²				Кількість зварювальних автоматів n
	довжина, A	ширина, B	висота, H		загальна	стелі	підлоги	стін	
1	60	12	4,5	3240	2088	720	720	648	15
2	48	12	4,5	2592	1672	576	576	540	12
3	72	12	4,5	3888	4212	1728	1728	756	36
4	60	24	4,5	6480	3636	1440	1440	756	30
5	48	24	4,5	5184	2952	1152	1152	648	24
6	72	24	4,5	7776	4320	1728	1728	864	36
7	60	36	4,5	9720	5184	2160	2160	864	45
8	48	36	4,5	7776	4212	1728	1728	756	36
9	72	36	4,5	11664	6156	2592	2592	972	54
10	60	48	4,5	12960	6732	2880	2880	972	60
11	48	48	4,5	10368	5472	2304	2304	864	48
12	72	48	4,5	15552	7992	3456	3456	1080	72
13	60	60	4,5	16200	8280	3600	3600	1080	75
14	72	60	4,5	19440	9828	4320	4320	1188	90
15	72	72	4,5	23328	11664	5184	5184	1296	108
16	84	12	4,5	4536	2880	1008	1008	864	21
17	84	24	4,5	9072	5004	2016	2016	972	42
18	84	36	4,5	13608	7128	3024	3024	1080	63
19	84	48	4,5	18144	9252	4032	4032	1188	84
20	84	60	4,5	22680	11376	5040	5040	1296	105

2.5 Електромагнітні поля та випромінювання

Джерела електромагнітних полів радіочастот, класифікація електромагнітних випромінювань за частотним спектром

Розрізняють природні та штучні джерела електромагнітних полів (ЕМП). В процесі еволюції біосфера постійно перебуває під впливом ЕМП природного походження (природний фон): електричне та магнітне поле Землі, космічні ЕМП, передусім ті, що генеруються Сонцем. В період науково-технічного прогресу людство створило і все ширше використовує штучні джерела ЕМП. У теперішній час ЕМП антропогенного походження значно перевищують природний фон і є таким несприятливим чинником, чий вплив на людину з року в рік зростає.

Джерелами, що генерують ЕМП антропогенного походження є телевізійні та радіотрансляційні станції, установки для радіолокації та радіонавігації, високовольтні лінії електропередач, промислові установки високочастотного нагрівання, пристрої, що забезпечують мобільний зв'язок, антени, трансформатори тощо.

Джерелами ЕМП можуть бути будь-які елементи електричного кола, через які проходить високочастотний струм. При чому ЕМП змінюється з тією же частотою, що й струм, який його створює.

Електромагнітні поля характеризуються певною енергією, яка

поширюється в просторі у вигляді електромагнітних хвиль. Основними параметрами електромагнітних хвиль є: довжина хвилі λ , м; частота коливання f , Гц; швидкість розповсюдження електромагнітних хвиль c , яка практично дорівнює швидкості розповсюдження світла $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. Ці параметри пов'язані між собою наступною залежністю:

$$\lambda = \frac{c}{f}. \quad (2.93)$$

Залежно від частоти коливань (довжини хвилі) радіочастотні електромагнітні випромінювання поділяються на низку діапазонів (табл. 2.32).

Таблиця 2.37 – Спектр діапазонів електромагнітних випромінювань радіочастот

№ з/п	Назва діапазону частот	Діапазон частот, Гц	Діапазон довжини хвиль, м	Назва діапазону довжини хвиль
1	Низькі частоти (НЧ)	$3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^5$	$10^4 - 10^3$	Довгі (кілометрові)
2	Середні частоти (СЧ)	$3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^6$	$10^3 - 10^2$	Середні (гектаметрові)
3	Високі частоти (ВЧ)	$3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^7$	$10^2 - 10$	Короткі (декаметрові)
4	Дуже високі частоти (ДВЧ)	$3 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^8$	$10 - 1$	Ультракорткі (метрові)
5	Ультрависокі частоти (УВЧ)	$3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^9$	$1 - 10^{-1}$	Дециметрові
6	Надвисокі частоти (НВЧ)	$3 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{10}$	$10^{-1} - 10^{-2}$	Сантиметрові
7	Надзвичайно високі частоти (НЗВЧ)	$3 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{11}$	$10^{-2} - 10^{-3}$	Міліметрові

Дія електромагнітних хвиль на організм людини, допустимі рівні опромінювання

Ступінь впливу ЕМП на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності та тривалості дії, характеру випромінювання (безперервне чи модульоване), режиму опромінювання, розміру опромінюваної поверхні тіла, індивідуальних особливостей організму.

ЕМП можуть викликати біологічні та функціональні несприятливі ефекти в організмі людини. Функціональні ефекти виявляються у передчасній втомленості, частих головних болях, погіршенні сну, порушеннях центральної нервової (ЦНС) та серцево-судинної систем. При систематичному опромінюванні ЕМП спостерігаються зміни кров'яного тиску, сповільнення пульсу, нервово-психічні захворювання, деякі трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів тощо). Сучасні дослідження вказують на те, що радіочастотне випромінювання, впливаючи на ЦНС, є вагомим стрес-чинником.

Біологічні несприятливі ефекти впливу ЕМП виявляються у тепловій та нетепловій дії. Нині достатньо вивченою можна вважати лише теплову дію ЕМП, яка призводить до підвищення температури тіла та місцевого вибіркового нагрівання органів та тканин організму внаслідок переходу електромагнітної

енергії у теплову. Таке нагрівання особливо небезпечне для органів зі слабкою терморегуляцією (головний мозок, нирки, шлунок, кишківник, сім'яники). Наприклад, випромінювання сантиметрового діапазону призводять до появи катаракти, тобто до поступової втрати зору.

Механізм та особливості нетеплової дії ЕМП радіочастотного діапазону ще до кінця не з'ясовані. Частково таку дію пояснюють специфічним впливом радіочастотного випромінювання на деякі біофізичні явища: біоелектричну активність, що може призвести до порушення усталеного перебігу хімічних та ферментативних реакцій; вібрацію субмікроскопічних структур; енергетичне збудження (часто резонансне) на молекулярному рівні, особливо на конкретних частотах у так званих вікнах прозорості.

Змінне ЕМП являє собою сукупність електричного та магнітного полів і поширюється у просторі у вигляді електромагнітних хвиль. Основним параметром, що характеризує магнітне та електричне поле є напруженість: H – напруженість магнітного поля, А/м; E – напруженість електричного поля, В/м.

Простір навколо джерела ЕМП умовно поділяють на ближню зону (зону індукції) та дальню зону (зону випромінювання). Для оцінки ЕМП у цих зонах використовують різні підходи. Ближня зона охоплює простір навколо джерела ЕМП, що має радіус, який приблизно дорівнює $1/6$ довжини хвилі. У цій зоні хвиля ще не сформована, тому інтенсивність ЕМП оцінюється окремо напруженість магнітної та електричної складових поля (несприятлива дія ЕМП у цій зоні переважно обумовлена електричною складовою). У ближній зоні зазвичай знаходяться робочі місця з джерелами електромагнітного випромінювань НЧ, СЧ, ВЧ, ДВЧ. Робочі місця з джерелами електромагнітних випромінювань з довжиною хвилі менше 1 м (УВЧ, НВЧ, НЗВЧ), знаходяться практично завжди у дальній зоні, у якій електромагнітна хвиля вже сформувалася. У цій зоні ЕМП оцінюється за кількістю енергії (потужності), що переноситься хвилею у напрямку свого поширення. Для кількісної характеристики цієї енергії застосовують значення поверхневої густини потоку енергії, що вимірюється в $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Допустимі рівні напруженості наведені в табл. 2.38.

Таблиця 2.38 – Допустимі рівні напруженості

Діапазон частот, Гц	Допустимі рівні напруженості ЕМП		Допустима поверхнева щільність потоку енергії, $\text{Вт}/\text{м}^2$
	за електричною складовою E , В/м	за магнітною складовою H , А/м	
$60 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^6$	50	5,0	-
$3 \cdot 10^6 - 30 \cdot 10^6$	20	-	-
$30 \cdot 10^6 - 50 \cdot 10^6$	10	0,3	-
$50 \cdot 10^6 - 300 \cdot 10^6$	5	-	-
$300 \cdot 10^6 - 300 \cdot 10^9$	-	-	10

Дотримання допустимих значень ЕМП контролюють шляхом

вимірювання напруженості H та E на робочих місцях можливого перебування персоналу, в яких є джерела ЕМП. Контроль необхідно проводити періодично, однак не менше, ніж один раз на рік, а також при введенні в експлуатацію нових чи модернізованих установок з джерелами ЕМП, після їх ремонту, переналагодження, а також при організації нових робочих місць.

Захист від електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону

Засоби та заходи захисту від ЕМ випромінювань радіочастотного діапазону поділяються на індивідуальні та колективні. Останні можна поділити на організаційні, технічні та лікувально-профілактичні.

До організаційних заходів відносять:

- розміщення об'єктів, які випромінюють ЕМП таким чином, щоб звести до мінімуму можливе опромінення людей;
- «захист часом» – перебування персоналу в зоні дії ЕМП обмежується мінімально необхідним для проведення робіт часом;
- «захист відстанню» – віддалення робочих місць на максимально допустиму відстань від джерел ЕМП;
- «захист кількістю» – потужність джерел випромінювання повинна бути мінімально необхідною;
- виділення зон випромінювання ЕМП відповідними знаками безпеки;
- проведення дозиметричного контролю.

Технічні засоби колективного захисту передбачають:

- екранування джерел випромінювання ЕМП;
- екранування робочих місць;
- дистанційне керування установками, до складу яких входять джерела ЕМП;
- застосування попереджувальної сигналізації.

До лікувально-профілактичних заходів колективного захисту належать:

- попередній та періодичні медогляди;
- надання додаткової оплачуваної відпустки та скорочення тривалості робочої зміни;
- допуск до роботи з джерелами ЕМП осіб, вік яких становить не менше 18 років, а також таких, що не мають протипоказань за станом здоров'я.

Одним з найбільш ефективних технічних засобів захисту від ЕМ випромінювань радіочастотного діапазону, що знаходить широке застосування у промисловості є екранування. Для екранів використовуються, головним чином матеріали з великою електричною провідністю (латунь, мідь, алюміній та їх сплави, сталь). Екрани виготовляються із металевих листів або сіток у вигляді замкнутих камер, шаф чи кожухів, що поєднуються до системи заземлення. Принцип дії захисних екранів базується на поглинанні енергії випромінювання матеріалом з наступним відведенням в землю, а також на

відбиванні її від екрану.

Основною характеристикою екрану є ефективність екранування E_x , тобто ступінь послаблення ЕМП. Товщину екрану b із суцільного металевого листа, що забезпечує необхідне послаблення інтенсивності ЕМП можна визначити за формулою:

$$b = \frac{E_x}{15,4 \cdot \sqrt{f \cdot \mu \cdot \rho}}, \quad (2.94)$$

де E_x – задане значення послаблення інтенсивності ЕМП, яке визначається діленням дійсної інтенсивності поля на гранично допустиму;

μ – магнітна проникність матеріалу екрану, Г/м;

f – частота ЕМП, Гц;

ρ – питома провідність матеріалу екрану, Ом/м.

Захист приміщення від впливу зовнішніх ЕМП можна здійснювати шляхом оклеювання стін металізованими шпалерами та облаштуванням на вікнах металевих сіток.

Як засоби індивідуального захисту від ЕМ випромінювань застосовуються халати, комбінезони, захисні окуляри та ін. Матеріалом для халатів та комбінезонів слугує спеціальна радіотехнічна тканина, в структурі якої тонкі металеві нитки утворюють сітку. Для захисту очей використовують спеціальні радіозахисні окуляри ОРЗ-5 (ЗП5-90), на скло яких нанесено тонку прозору плівку напівпровідникового олова.

2.5.1 Розрахунок інтенсивності електромагнітного поля на робочому місці

Підчас налагоджування, ремонту, випробування та експлуатації радіоелектронної апаратури, електротермічних установок існує можливість опромінювання обслуговуючого персоналу.

В зв'язку з цим необхідно проводити попередній розрахунок інтенсивності опромінювання електромагнітним полем та передбачити використання заходів по захисту від впливу випромінювання на людину.

При ізотропному випромінюванні напруженість електричної E та магнітної H складових поля у ближній зоні складатимуть:

$$E = \frac{I \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot r^3}, \quad (2.95)$$

$$H = \frac{I \cdot l}{4 \cdot \pi \cdot r^2}, \quad (2.96)$$

де I – сила струму в провіднику (антені), А;

l – довжина провідника, м;

ω – кругова частота поля;

ε – діелектрична проникність середовища;
 r – відстань від джерела випромінювання до робочого місця, м.

В дальній зоні напруженість електричної та магнітної складових поля будуть складати:

$$E = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot \sigma}}{r}; \quad (2.97)$$

$$H = \frac{\sqrt{\frac{P \cdot \sigma}{30}}}{2 \cdot \pi \cdot r}, \quad (2.98)$$

де P – потужність випромінювання, Вт;
 σ – коефіцієнт підсилення антени.

При направленому випромінюванні щільність потоку енергії в ближній зоні по осі направленості випромінювання можна визначити за формулою:

$$\psi_{\text{б.з.}} = \frac{3 \cdot P_{\text{сер}}}{S}, \quad (2.99)$$

де $P_{\text{сер}}$ – середня потужність випромінювання, Вт;
 S – площа випромінювальної системи, м².

Для установок, що працюють в імпульсному режимі, середню потужність можна визначити наступним чином:

$$P_{\text{сер}} = \frac{P_{\text{имп}} \cdot \tau}{T}, \quad (2.100)$$

де $P_{\text{имп}}$ – потужність імпульсу, Вт;
 τ – тривалість імпульсу, с;
 T – період чергування імпульсів.

У проміжній зоні щільність потоку енергії визначається з формули:

$$\psi_{\text{п.з.}} = \frac{P_{\text{сер}}}{S} \cdot \frac{r_{\text{б.з.}}}{r}, \quad (2.101)$$

де r – відстань від розкриття антени до даної точки, що розташована в проміжній зоні.

В дальній точці щільність потоку енергії по осі випромінювання можна розрахувати за залежністю:

$$\psi_{\text{д.з.}} = \frac{P_{\text{сер}} \cdot \sigma}{4 \cdot \pi \cdot r^2}. \quad (2.102)$$

Напруженість магнітного поля в точці A , що лежить на осі кругового вітка по якому проходить струм I (рис. 2.18а) визначиться:

$$H = \frac{I \cdot R^2}{2 \cdot r^3}. \quad (2.103)$$

Напруженість магнітного поля на осі одношарової циліндричної котушки можна розрахувати за законом Біо-Савара-Лапласа (рис. 2.18б):

$$H = \frac{I \cdot N}{2 \cdot l} \cdot (\cos \beta_1 - \cos \beta_2), \quad (2.104)$$

де N – кількість витків;
 l – довжина котушки, м.

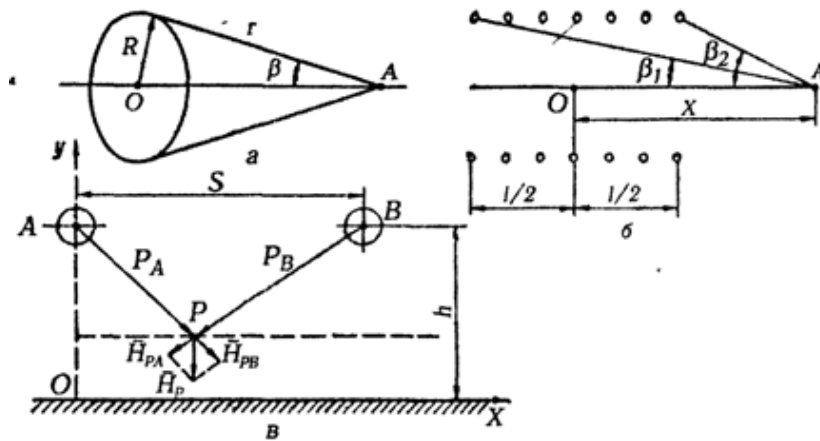


Рисунок 2.19 – Визначення напруженості магнітного поля:
 a – кругового вітка; b – одношарової циліндричної котушки;
 v – дводрової лінії

$$\cos \beta_1 = \frac{x + \frac{l}{2}}{\sqrt{R^2 + \left(x + \frac{l}{2}\right)^2}}, \quad (2.105)$$

$$\cos \beta_2 = \frac{x - \frac{l}{2}}{\sqrt{R^2 + \left(x - \frac{l}{2}\right)^2}}, \quad (2.106)$$

де x – відстань від точки A до середини котушки, м.

Напруженість магнітного поля дводрової лінії постійного струму в точці P (рис. 2.18в) визначається залежністю:

$$H_p = \sqrt{H_{px}^2 + H_{py}^2}, \quad (2.107)$$

де

$$H_{px} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{h-y}{(x-y)^2 + x^2} - \frac{h-y}{(x-y)^2 + (S-y)^2} \right] \quad (2.108)$$

$$H_{py} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{S-x}{(x-y)^2 + (S-y)^2} - \frac{x}{(x-y)^2 + x^2} \right]. \quad (2.109)$$

Захист від електромагнітних полів та випромінювань радіочастотного діапазону

Залежно від умов експлуатації обладнання, діапазону частот, розташування робочого місця, рівня опромінення застосовують різні методи захисту: захист часом та віддаллю, зменшення випромінювання в джерелі випромінювання, екранування джерела полів або випромінювань, екранування робочих місць, засоби індивідуального захисту, раціональне розташування установок в приміщенні, раціоналізація режимів експлуатації установок та роботи обслуговуючого персоналу, застосування попереджувальної світлової або звукової сигналізації.

Захист часом передбачає обмеження часу перебування людини в робочій зоні, якщо інтенсивність опромінювання виходить за рамки нормативних значень. Цей метод використовується коли немає можливості знизити рівень опромінювання до нормованих величин. Допустимий час опромінювання залежить від інтенсивності опромінювання (табл. 2.37).

Якщо інтенсивність опромінення в діапазоні 300 МГц – 330 ГГц знаходяться між двома нормованими рівнями (табл. 2.38), то допустиме значення часу опромінення визначається формулою:

$$t_{\text{доп}} = T \cdot \frac{1 + 0,005 \cdot \frac{\psi}{\psi_{\text{доп}}}}{0,65 + 0,355 \cdot \frac{\psi}{\psi_{\text{доп}}}} \quad (2.110)$$

де ψ – інтенсивність опромінення, Вт/м;

$\psi_{\text{доп}}$ – допустима інтенсивність опромінення, Вт/м.

За допомогою формули (2.110) можна визначити допустимий час опромінення при значеннях ψ в інтервалі 10 – 1000 мкВт/см².

Захист відстанню використовується тоді, коли неможливо послабити інтенсивність опромінення за допомогою інших методів. В цьому випадку збільшують відстань між джерелом випромінювання та обслуговуючим

персоналом. В ближній зоні при направленому випромінюванні цей метод не застосовується оскільки в цій зоні щільність енергетичного потоку на залежить від віддалі.

Передбачено також влаштування санітарно-захисних зон.

Санітарно-захисні зони передавальних станцій, обладнаних антенами не спрямованої дії, для телецентрів, ретрансляторів, а також для радіолокаційних станцій кругового огляду встановлюється по колу.

Таблиця 2.37 – Гранично допустимий час перебування людини в електричному полі напругою 400 кВ і вище (50 Гц)

Електрична напруженість E , кВ/м	Допустимий час перебування, хв.	Примітка
< 5	Без обмежень (робочий день)	-
5 – 10	≤ 180	Іншу частину робочого дня людина проводить в місцях, де напруженість електричного поля менша або рівна 5 кВ/м
10 – 15	≤ 90	
15 – 20	≤ 10	
20 – 25	≤ 5	

Таблиця 2.38 – Гранично допустимі значення щільності потоку енергії в діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц

Густина потоку потужності енергії σ , Вт/м ²	Допустимий час перебування в зоні впливу ЕМП	Примітка
до 0,1	Робочий день	-
0,1 – 1,0	Не більше 2 год.	В інший робочий час щільність потоку енергії не повинна перевищувати 0,1 Вт/м ²
1,0 – 10	Не більше 10 хв.	При умові використання захисних окулярів. В інший робочий час щільність потоку енергії не повинна перевищувати 0,1 Вт/м ²

Для передавальних станцій, обладнаних антенами спрямованої дії, а також для радіолокаційних станцій, антени яких сканують у визначеному секторі або фіксовані у заданому напрямку, санітарно-захисна зона встановлюється в напрямку дії випромінювання електромагнітних хвиль.

Земельні ділянки, що входять в санітарно-захисну зону не вилучаються у землекористувачів і можуть використовуватися як сільськогосподарські угіддя, а також для розміщення на них виробничих споруд, що належать радіотехнічному об'єктам або іншим відомствам з дотриманням санітарних норм і правил.

Зниження випромінювання в джерелі виникнення досягається шляхом застосування спеціальних пристроїв – поглиначів потужності, атенуаторів, направлених відгалужувачів поділювачів потужності, хвилевих посилювачів.

Виділення зон випромінювання. Межі зон, де ψ перевищує гранично допустимі значення, експериментально визначають для кожного випадку

розташування апаратури при її роботі на максимальну роботу випромінювання. Установки огорожуються або вивішуються попереджувальні написи: «Не заходити! Небезпечно!». Така зона може додатково позначатися яскравою фарбою на підлозі приміщення.

Екранування джерел випромінювання використовується для зниження інтенсивності електромагнітного поля на робочому місці. Застосовуються екрани з металевих листів або сіток у вигляді замкнених камер, та / або кожухів.

Основною характеристикою екрану є ступінь послаблення електромагнітного поля, тобто ефективність екранування, котра є відношенням E, H, ψ в даній точці при відсутності екрану до E_e, H_e, ψ_e в тій же точці з екраном.

Ступінь послаблення електромагнітного поля залежить від глибини проникнення високочастотного струму в товщу екрану. Чим більша магнітна проникливість екрану і чим вище частота екранованого поля, тим менша глибина проникнення і необхідна товщина екрану. Джерело випромінювань або робоче місце екрануються за допомогою поглинальних чи відбивальних екранів.

Знаючи характеристику екрану, можна розрахувати його товщину δ , мм, котрий забезпечує необхідне послаблення електромагнітних полів на даній відстані:

$$\delta = \frac{\ln E_x}{\sqrt{\frac{\omega \cdot \mu \cdot \gamma}{2}}}, \quad (2.111)$$

де $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ – кутова частота змінного струму, рад/с;

μ – магнітна проникність матеріалу екрану, Г/м;

γ – електрична провідність матеріалу екрану, $(\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$;

E_x – ефективність екранування на робочому місці, що визначається за формулою:

$$E_x = \frac{H_x}{H_{xe}}, \quad (2.112)$$

де H_x, H_{xe} – максимальні значення напруженості магнітної складової поля на відстані x , м від джерела відповідно без екрану та з екраном, А/м.

Напруженість H_x може бути розрахована за наступним виразом:

$$H_x = \frac{\omega \cdot I \cdot a^2}{4 \cdot x^2} \cdot \beta_m, \quad (2.113)$$

де ω та a – кількість витків та радіус котушки, м;

x – відстань від джерела (котушки) до робочого місця, м;

β_m – коефіцієнт, що визначається співвідношенням: $\frac{x}{a} \left(\text{при } \frac{x}{a} > 10 \beta_m = 10 \right)$.

Якщо регламентується допустима електрична складова поля E_D , магнітна складова може бути розрахована за наступною формулою:

$$H_D = 1,27 \cdot 10^5 \cdot \frac{E_D}{x \cdot f}, \quad (2.114)$$

де f – частота поля, Гц.

Приклад 1. Розрахувати ефективність екрану радіусом $R = 0,35$ м, якщо задано: $f = 6 \cdot 10^4$ Гц; $\mu_e = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Г/м; $\gamma_e = 3,55 \cdot 10^7 (\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$; $\mu = 1$; $I = 380$ А; $\omega = 14$; $a = 0,1$ м; $l = 0,3$ м; $x = 0,8$ м.

Розв'язання.

1. Визначаємо допустиму величину магнітної складової поля H_D з врахуванням, що допустима напруженість поля $E_D = 0,5$ В/м (за санітарними нормами):

$$H_D = 1,27 \cdot 10^5 \cdot \frac{E_D}{x \cdot f} = 1,27 \cdot 10^5 \cdot \frac{5}{0,8 \cdot 6 \cdot 10^4} = 13,2 \text{ А/м.}$$

2. Розраховуємо напруженість поля на робочому місці при відсутності екрану:

$$H_x = \frac{\omega \cdot I \cdot a^2}{4 \cdot x^2} \cdot \beta_m = \frac{14 \cdot 380 \cdot 0,01}{4 \cdot 0,8^2} \cdot 1 = 20,8 \text{ А/м.}$$

3. Визначаємо необхідну ефективність екранування на робочому місці:

$$E_{\text{хн}} = \frac{H_x}{H_{\text{п.д.}}} = \frac{20,8}{13,2} = 1,57.$$

4. Розраховуємо дійсну ефективність екранування на робочому місці:

$$E_{\text{хд}} = \frac{R \cdot e^{\frac{d}{\delta}}}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot \delta \cdot \mu'_e} = \frac{0,35 \cdot 0,3^{\frac{1}{0,32}}}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 3,2 \cdot 10^{-4} \cdot 1} = 10,5,$$

де d – товщина екрану, мм; з конструктивних міркувань приймаємо $d = 1$ мм.

δ – глибина проникнення поля в екран, мм;

μ'_e – відносна магнітна проникливість екрану $\mu'_e = \frac{\mu_e}{\mu_0}$.

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\mu_e \cdot \gamma_e \cdot \omega \cdot f}} = \frac{1}{\sqrt{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3,55 \cdot 10^7 \cdot 314 \cdot 6 \cdot 10^4}} = 0,32 \text{ мм.}$$

Таким чином, обраний екран забезпечує необхідний захист на даному робочому місці оскільки $E_{зд} > E_{хн}$ ($10,5 > 1,57$).

Практичні завдання.

Розрахувати ефективність екрану радіусом R м, якщо задано: f Гц; μ_e Г/м; $\gamma_e = 3,55 \cdot 10^7 (\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$; μ ; I А; ω ; a м; l м; x м. Вихідні дані наведені в табл. 2.39

Таблиця 2.39 – Вихідні дані до розрахунків

№ з/п	Радіус екрану R , м	Частота поля f , Гц	Магнітна проникність екрану μ_e	Провідність екрану γ_e , $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$	μ	Сила струму в провіднику I , А	Кількість обергів ω	Радіус котушки a , м	Довжина провідника l , м	Відстань від джерела до робочого місця x , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,20	$4 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	250	10	0,10	0,2	0,5
2	0,25	$5 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	300	15	0,15	0,3	0,6
3	0,30	$6 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	350	20	0,20	0,4	0,7
4	0,35	$7 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	400	25	0,12	0,5	0,8
5	0,40	$8 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	500	30	0,18	0,1	0,9
6	0,20	$4 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	250	25	0,20	0,5	0,6
7	0,25	$5 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	300	30	0,18	0,4	0,7
8	0,30	$6 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	350	20	0,15	0,3	0,8
9	0,35	$7 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	400	15	0,12	0,2	0,9
10	0,40	$8 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	500	10	0,10	0,1	0,5
11	0,20	$4 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	500	15	0,15	0,3	0,7
12	0,25	$5 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	400	20	0,18	0,2	0,8
13	0,30	$6 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	350	25	0,20	0,1	0,9
14	0,35	$7 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	300	30	0,12	0,4	0,5
15	0,40	$8 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	250	10	0,10	0,5	0,6
16	0,20	$4 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	200	10	0,20	0,3	0,9
17	0,25	$5 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	250	20	0,18	0,4	0,8
18	0,30	$6 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	400	30	0,15	0,5	0,7
19	0,35	$7 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	300	25	0,12	0,1	0,6
20	0,40	$8 \cdot 10^4$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$3,55 \cdot 10^7$	1	350	15	0,10	0,2	0,5

Приклад. Розрахунок допустимого часу робіт при електромагнітному випромінюванні.

У відкритому розподільчому обладнанні, де розташована апаратура з

напругою $U = 500$ кВ, яка живиться перемінним струмом промислової частоти $f = 50$ Гц треба виконати планові роботи на ряді ділянок з підвищеною напругою електричного поля. Робота буде виконуватися без використання захисних засобів.

Тривалість роботи на ділянці А де напруга електричного поля $E_A = 10$ кВ/м 1 складає $\tau_{EA} = 60$ хвилин (додаток Б, табл. Б.1); на ділянці В, де напруга електричного поля $E_B = 8$ кВ/м; $\tau_{EB} = 90$ хвилин (додаток Б, табл. Б.1). Визначити фактичний час виконання робіт τ_{EC} для третій ділянки С, де напруга електричного поля $E_C = 6$ кВ/м, а також загальний час виконання робіт.

Розв'язання.

В робочий зоні, яка характеризується різними значеннями напруги електричного поля, перебування персоналу обмежується граничним часом $T_{гран}$:

$$T_{гран} = 8 \cdot \left(\frac{\tau_{E1}}{T_{E1}} + \frac{\tau_{E2}}{T_{E2}} + \dots + \frac{\tau_{En}}{T_{En}} \right) \quad (2.115)$$

де $\tau_{E1...n}$ і $T_{E1...n}$ – фактичний та допустимий час (в годинах) перебування персоналу в конкретних зонах з напругою поля – $E_1 \dots E_n$.

Допустимий час T_E (год) перебування персоналу в зонах з напругою E (кВ/м) визначається за формулою (додаток Б табл. Б.34):

$$T_E = \frac{50}{E} - 2. \quad (2.116)$$

Тоді допустимий час перебування персоналу в зонах А, В, С буде складати:

$$T_{EA} = \frac{50}{10} - 2 = 3 \text{ год.},$$

$$T_{EB} = \frac{50}{8} - 2 = 4,25 \text{ год.},$$

$$T_{EA} = \frac{50}{6} - 2 = 6,33 \text{ год.}$$

Підставляємо отримані значення в формулу (2.116) і враховуючи, що $T_{гран}$ не повинно перевищувати 8 годин (тобто $T_{гран} = 8$ годин), тоді дійсний фактичний час перебування персоналу в зоні С можна підрахувати з рівняння:

$$8 = 8 \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{1,5}{4,25} + \frac{\tau_{EC}}{6,33} \right).$$

Розв'язуємо це рівняння відносно τ_{EC} і знаходимо необхідний час:

$$\tau_{EC} = 6,33 \cdot \left(1 - \frac{1}{3} - \frac{1,5}{4,25} \right) \approx 2 \text{ год.}$$

Таким чином, час роботи на ділянці С не повинен перевищувати 2 години, а загальний час роботи на всіх трьох ділянках складе:

$$T_{заг} = \tau_{EA} + \tau_{EB} + \tau_{EC} = 1 + 1,5 + 2 = 4,5 \text{ год.}$$

Практичне завдання.

Умови завдання аналогічні тим, що приводяться в прикладі розрахунку, але деякі показники залежать від варіанту вихідних даних (табл. 2.40).

Зробити висновки щодо перебування персоналу на ділянках з підвищеною напругою електричного поля.

Таблиця 2.40 – Вихідні дані для розрахунків

Варіант	Показники			Варіант	Показники		
	E_a , кВ/м	E_b , кВ/м	E_c , кВ/м		E_a , кВ/м	E_b , кВ/м	E_c , кВ/м
1.	6	5	4	11.	10	8	8
2.	7	6	5	12.	11	9	7
3.	8	7	6	13.	12	10	6
4.	9	8	7	14.	13	11	5
5.	10	9	8	15.	14	12	4
6.	11	10	8	16.	15	5	7
7.	12	11	7	17.	6	6	5
8.	13	12	6	18.	7	7	6
9.	14	5	5	19.	8	8	7
10.	15	6	4	20.	9	9	8

2.5.2 Захист від електромагнітного випромінювання оптичного діапазону

До випромінювання оптичного діапазону відносяться інфрачервоні й ультрафіолетові хвилі, видиме світло, лазерне випромінювання.

Захист від інфрачервоного випромінювання

По фізичній природі інфрачервоні промені мають хвильові (довжина хвилі 0,78-540 мкм) і квантові властивості. Генератором випромінювання є будь-яке тіло, температура якого вище абсолютного нуля. За законом Стефана-Больцмана інтегральна густина випромінювання, Вт/м², абсолютно чорного тіла пропорційна четвертому ступеню його абсолютної температури. З підвищенням температури тіла змінюється спектральний склад його випромінювання. Чим вища температура тіла, тим коротша довжина хвилі, максимального випромінювання. За законом Віна можна визначити, в якій частині спектра міститься максимум енергії його випромінювання:

$$\lambda = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{T}, \quad (2.117)$$

де T – температура в градусах Кельвіна.

Нагріті тіла віддають своє тепло менш нагрітим трьома способами:

- а) теплопровідністю;
- б) тепловипромінюванням;
- в) конвекцією.

Дослідження і розрахунки показали, що майже 60 % усього тепла розповсюджується випромінюванням.

Джерелом інфрачервоного випромінювання є будь-яке тіло, температура поверхні якого перевищує температуру абсолютного нуля (-273 К). Спектральний склад випромінювань інфрачервоного діапазону залежить від температури поверхні тіла. Чим вища температура тіла, тим коротша довжина випромінюваної електромагнітної хвилі. Вплив інфрачервоного випромінювання на людину залежить від довжини хвилі, що випромінюється, й від глибини проникнення променів. В залежності від цього інфрачервоне випромінювання поділяють на три ділянки:

А – ближня (короткохвильова), яка характеризується високою проникністю крізь шкіру;

В – середня (середньохвильова) – поглинається шарами дерми та підшкірною жировою тканиною;

С – далека (довгохвильова) – поглинається епідермісом.

Інфрачервоне випромінювання, що потрапляє на тіло людини, впливає, перш за все, на незахищені його ділянки (обличчя, руки, шию, груди, очі). Основним його проявом є тепло, яке проникає на деяку глибину в тканини. Тіло людини може витримувати інфрачервоне випромінювання певної густини потоку енергії, яка вимірюється в $\text{Вт}/\text{м}^2$. Так, за густини потоку випромінювання величиною $280 - 260 \text{ Вт}/\text{м}^2$ відчувається ледь помітне тепло, яке людський організм може витримувати тривалий час без будь-яких змін у його функціональному стані. За густини потоку випромінювання величиною $560 - 1050 \text{ Вт}/\text{м}^2$ настає межа, коли людина не витримує дію інфрачервоного випромінювання.

Довгохвильові ІЧ випромінювання поглинаються в епідермісі, а короткохвильові – в шарах дерми і підшкірній жировій клітковині. Дія ІЧ випромінювань у разі поглинання їх у різних шарах шкіри зводиться до нагрівання останньої. В такому випадку збільшується обмін речовин, збільшується вміст натрію і фосфору в крові, зменшується число лейкоцитів, відбувається поляризація шкіри людини. ІЧ випромінювання впливає на функціональний стан центральної нервової системи, призводить до змін у серцево-судинній системі, частішає пульс і дихання, підвищується температура тіла, підсилюється потовиділення. ІЧ випромінювання діють на слизову оболонку очей, кришталик і можуть привести до патологічних змін в органах

зору: помутніння рогівки і кришталика, кон'юнктивіту, опіку сітківки. Найбільш тяжкі ураження зумовлюються короткими ІЧ випромінюваннями. У разі інтенсивного впливу цих випромінювань на непокриту голову може статися так званий сонячний удар – головний біль, запаморочення, частішання пульсу і дихання, непритомність, порушення координації рухів, ураження мозкових тканин аж до менінгіту й енцефаліту.

У разі тривалого перебуванні в зоні ІЧ випромінювань відбувається порушення теплового балансу в організмі. Порушується робота терморегулюючого апарату, підсилюється діяльність серцево-судинної і дихальної систем, підсилюється потовиділення, відбувається втрата потрібних організму солей. Втрата організмом солей позбавляє кров здатності утримувати воду, що призводить до швидкого виділення з організму знову випитої рідини. Порушення теплового балансу викликає захворювання, що називається гіпотермією. Температура в цьому випадку може досягати 40° (температура живої людини $26-43^{\circ}\text{C}$) із запамороченнями, частішанням пульсу і дихання, втратою свідомості, зміною зорового відчуття. При систематичних перегріваннях підвищується сприйнятливність до застуд. Спостерігається зниження уваги, підвищується стомлюваність, знижується продуктивність праці.

Інтенсивність інфрачервоного випромінювання характеризується густиною потоку енергії, яка визначається за формулами:

при $l \geq \sqrt{S}$

$$Q = \frac{0,91 \cdot S \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{l^2}, \quad (2.118)$$

при $l \leq \sqrt{S}$

$$Q = \frac{0,91 \cdot S \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{l}, \quad (2.119)$$

де Q – густина потоку енергії, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

S – площа випромінювання, м^2 ;

T – температура поверхні випромінювання, K ;

l – відстань від джерела випромінювання, м ;

A – константа (для шкіри людини та бавовняної тканини $A = 85$; для сукна $A = 110$).

Дія інфрачервоного випромінювання на організм людини

Інфрачервона енергія, яка потрапляє на тіло людини, діє передусім на незахищені його частини (лице, руки, шию, груди), причому конвективне тепло

впливає на зовнішній шкіряний покрив, тоді як інфрачервоне випромінювання може проникнути на деяку глибину в тканину. При довготривалому перебуванні людини в зоні інфрачервоного випромінювання, як і при систематичній високій температурі настає різке порушення теплового балансу в організмі.

Порушується робота терморегулюючого апарата, підсилюється діяльність серцево-судинної і дихальної систем, підсилюється потовиділення, відбувається втрата потрібних організму солей. Втрата організмом солей призводить до нездатності крові утримувати воду, що призводить до швидкого виведення з організму випитої рідини. Порушення водяно-соляного балансу викликає хворобу, яка характеризується появою різких судорог, переважно в кінцівках. Порушення теплового балансу викликає захворювання (теплова гіпотермія або перегрів). Це захворювання характеризується підвищенням температури тіла, яка може досягти в тяжких випадках 40-41 °С і вище, рясним потовиділенням, значним збільшенням частоти пульсу і зміною дихання, різкою слабкістю, запамороченням, зміною зорового відчуття, шумом у вухах і втратою свідомості. Інфрачервоне випромінювання, діючи на очі, може викликати деякі патологічні зміни: кон'юнктивіти, спазми зіниць, помутніння кришталика, опік сітківки.

Нормування і контроль рівня інфрачервоного випромінювання

Густина потоку інфрачервоного випромінювання 280-560 Вт/м² викликає малопомітне теплове відчуття, яке людський організм здатний переносити порівняно довгий час. При густині потоку випромінювання 560-1050 Вт/м² настає межа. Згідно діючих санітарних норм допустима густина потоку інфрачервоного випромінювання не повинна перевищувати 360 Вт/м². Для вимірювання густини потоку випромінювання на робочому місці застосовують актинометр – прилад, який дозволяє вимірювати густину потоку інфрачервоного випромінювання у діапазоні від 0 до 14 кВт/м².

Основні види захисту від інфрачервоного випромінювання. Захист часом, захист віддалю, усунення джерела тепловиділення, теплоізоляція, охолодження гарячої поверхні, забезпечення тепловіддачі тіла людини та індивідуальні засоби захисту. Захист часом передбачає обмеження часу перебування робітника в зоні дії інфрачервоного випромінювання. Потужність випромінювання можна знизити за рахунок конструкторських і технологічних рішень (зміною нагрівання виробів у нагрівальних пічках індукційним нагріванням та ін.) і за рахунок покриття поверхні, яка нагрівається, теплоізолювальним матеріалом. Якщо теплоізоляція неможлива, тоді захист від прямої дії інфрачервоного випромінювання здійснюється екрануванням. Екрани можуть бути прозорими, напівпрозорими і непрозорими. У свою чергу вони поділяються на тепло-відбивальні, тепло-відвідні та теплопоглинальні; стаціонарні і нестационарні. Застосовують також прозору водяну завісу у вигляді суцільної тонкої водяної плівки. Вода є активним поглиначем інфрачервоного випромінювання. Перегрівання людини попереджують

раціональним режимом пиття, режимом праці та гідро процедурами. Спецодяг виготовляється з незаймистого, стійкого до інфрачервоного випромінювання, м'якого і повітронепроникного матеріалу (тканина з металевим покриттям відбиває 90% інфрачервоного випромінювання). Для захисту очей застосовують світлофільтри зі спеціального жовто-зеленого або синього скла.

Нормована допустима густина потоку енергії інфрачервоного випромінювання на робочому місці залежить від ділянки випромінювання.

Для ділянки А нормована густина потоку енергії не повинна перевищувати 100 Вт/м^2 при опроміненні 50 % тіла і більше.

Для ділянки В – 120 Вт/м^2 при опроміненні поверхні тіла в межах 25 – 50 %.

Для ділянки С – 150 Вт/м^2 , якщо опромінюється не більше 25 % поверхні тіла. Нормами передбачено тривалість опромінення, перерв, які залежать від густини потоку опромінення.

Приклад 1. Пульт управління знаходиться у цеху гарячої прокатки. Відстань від оператора (бавовняний спецодяг) до джерела теплових випромінювань – 4 м. Температура зовнішньої поверхні джерела – 45°C , матеріал поверхні – сталь, площа поверхні – 120 м^2 . Запропонувати заходи щодо захисту оператора від теплових випромінювань.

Розв'язання.

Розрахуємо інтенсивність теплових випромінювань для робочого місця оператора. Формула для розрахунку визначається співвідношенням між відстанню від джерела випромінювання r і площею поверхні джерела S .

Так як $\sqrt{S} = \sqrt{120} = 10,95 \text{ м} > l$, застосовуємо формулу(2.119):

$$Q = \frac{0,91 \cdot S \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{l} = \frac{0,91 \cdot 120 \left[\left(\frac{273 + 45}{100} \right)^4 - 85 \right]}{4} = 471,2 \text{ Вт/м}^2,$$

що перевищує припустиме значення, яке рівне 140 Вт/м^2 (табл. 2.41).

Для захисту оператора від теплових випромінювань рекомендують використати теплопоглинальні прозорі екрани. Необхідна кількість екранів визначають із наступного рівняння:

$$m = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\varepsilon_{1,2}}{\varepsilon_{1,E}} (n + 1), \quad (2.120)$$

де m – кратність ослаблення;

E_1 та E_2 – інтенсивність теплових випромінювань до й після встановлення екрана, Вт/м^2 ;

$\varepsilon_{1,2}$, $\varepsilon_{1,E}$ – приведена ступінь чорноти між джерелом випромінювання та робочим місцем і між джерелом випромінювання та екраном, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$;

n – кількість екранів.

У нашому випадку необхідна кратність ослаблення становить:

$$m = 471/140 = 3,36.$$

Приведену ступінь чорноти між двома паралельними тілами розраховують за формулою

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}, \quad (2.121)$$

де $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – ступінь чорноти першого та другого тіла, Вт/(м²·К⁴).

Ступінь чорноти вибираємо за даними таблиці 2.42: для джерела (сталь) – 0,55; для робочого місця оператора – 0,87; для матеріалу екрана (скло) – 0,6 Вт/(м²·К⁴).

Тоді, приведена ступень чорноти між джерелом випромінювання та робочим місцем складає 0,51, а джерелом та екраном – 0,40 Вт/(м²·К⁴). Потрібна кількість екранів за формулою (2.118) складає:

$$3,36 = \frac{0,51}{0,4} \cdot (n+1),$$

$$n = \frac{3,36 \cdot 0,4}{0,51} - 1 = 1,64$$

Таблиця 2.41 – Нормування інтенсивності теплового випромінювання (ДСН 3.3.6.042-99)

Вид джерела	Площа опромінювання, %	Інтенсивність випромінювання, Вт/м ²	Тривалість роботи, хв.	Тривалість перерви, хв.
Нагріті поверхні устаткування, прилади освітлення	Більше 50	35	–	–
	25 ... 50	70	–	–
	Менше 25	100	–	–
Відкриті джерела випромінювання	Менше 25 (при обов'язковому використанні ЗІЗ)	140	–	–
		350	20	8
		700	15	10
		1050	12	12
		1400	9	13
		1750	7	14
		2100	5	15
		2450	3,5	12

Таблиця 2.42 – Характеристика матеріалів для екранів

Матеріал	Ступень чорноти
Алюміній полірований	0,04 – 0,06
Залізо листове	0,23
Жерсть біла	0,28
Стальний листовий прокат	0,56
Азбестовий картон	0,96
Цегла вогнетривка	0,8 – 0,9
Цегла шамотня	0,75
Стекло	0,91 – 0,94
Емаль біла	0,9

Приймаємо до установки 2 екрана.

Практичне завдання. Підібрати і розрахувати тепловідбиваючий екран для нагрівальної печі, температура зовнішньої стінки якої – T_1 °С. Температура повітря в цеху – T_2 °С. Піч покрита листами зі сталі (ступінь чорноти прийняти 0,8). Температура зовнішньої поверхні екрану повинна бути не більш T_3 °С. Варіанти завдань в таблиці 2.43. При розв’язанні користуватися наступними формулами:

$$\mu = \frac{T_1}{T_3}, \quad (2.122)$$

μ – ступень екранування.

Необхідна кратність зниження теплового потоку визначається за формулою:

$$m = \frac{1 - \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4}{1 - \mu^4 - \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4}. \quad (2.123)$$

Таблиця 2.43 – Варіанти завдань

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_1 °С	127	125	130	135	126	127	125	130	135	126
T_2 °С	25	20	21	25	20	20	21	25	20	25
T_3 °С	30	25	24	25	30	25	24	25	30	30
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T_1 °С	127	125	130	135	126	127	125	130	135	126
T_2 °С	21	25	20	25	20	25	20	25	20	21
T_3 °С	24	25	30	30	25	25	30	30	25	24

Захист від ультрафіолетового випромінювання

Ультрафіолетове випромінювання за способом генерації відноситься до

теплової частини випромінювання, але за дією подібне до іонізуючих випромінювань. Спектр ультрафіолетового випромінювання має велику протяжність – від $7,7 \cdot 10^{14}$ до $3 \cdot 10^{14}$ Гц (довжина хвилі $3,9 \cdot 10^{-7} - 10^{-9}$ м). Випромінювання ділять на три зони:

зона А – довжина хвиль від 400 до 315 нм,

зона В – довжина хвиль від 315 до 230 нм,

зона С – довжина хвиль від 280 до 10 нм.

Інтенсивність випромінювання і його спектральний склад залежать від температури поверхні випромінювання, віддалі від джерела випромінювання, а також від наявності в атмосфері пилу, озону і окисів азоту. Пил, дим і гази поглинають ультрафіолетове випромінювання і змінюють його спектральну характеристику. Тому неможливо розраховувати інтенсивність ультрафіолетового випромінювання, його визначають замірами на робочих місцях.

Біологічна дія і контроль густини потоку ультрафіолетового випромінювання

Ультрафіолетове випромінювання викликає зміну в хімічній структурі організму. При цьому виникає, як зміна форми і розмірів, так і часткове відмирання клітин. Випромінювання високої інтенсивності викликає дерматити з дифузійною екземою. Під дією променів з довжиною хвилі 280-303 нм можуть утворюватися ракові пухлини. Ультрафіолетове випромінювання діє на центральну нервову систему, може викликати біль голови, запаморочення, підвищення температури тіла, нервові збудження сильні запалення, переднього відділу ока. Випромінювання зони А мають відносно слабку біологічну дію, зони В – викликають основні зміни в шкірі і крові, зони С – руйнують біологічні проблеми. Ультрафіолетове випромінювання змінює склад виробничої атмосфери. Утворюється озон, оксиди азоту і пероксид водню. Короткохвильове випромінювання іонізує повітря, утворює в атмосфері ядра конденсації, які зменшують освітленість робочих місць і призводять до утворення туманів. Для вимірювання інтенсивності і спектра ультрафіолетового випромінювання застосовують інфрачервоні спектрометри.

Основні засоби захисту

Першочергові заходи – це конструкторські і технологічні рішення, які виключають генерацію або понижують інтенсивність випромінювання. Спеціальні засоби захисту (екранування джерел випромінювання, фарбування стін у світлі кольори) попереджують розповсюдження і знижують інтенсивність цих випромінювань у виробничих приміщеннях. Очі захищають окулярами або щитками зі склом – світлофільтром. Для захисту шкіри використовують мазі з речовинами – світлофільтрами для цих променів (салол, саліцилово-метиловий ефір та ін.), а також спецодяг з бавовняних тканин і грубововняного сукна. Руки захищають рукавицями.

Захист від лазерного випромінювання

Характеристика і дія лазерного випромінювання

Діапазон довжин хвиль які випромінюють оптичні квантові генератори (ОКГ) – лазери, охоплює видимий спектр і розповсюджується в інфрачервоній і ультрафіолетовій областях. Частіше всього використовується ОКГ з довжинами хвиль 0,49- 0,51; 0,53; 0,63; 0,694; 1,96; 10,6 мкм. Дія лазерного випромінювання буває:

- теплова – при фокусуванні випромінювання значна кількість тепла в невеликому об'ємі за короткий проміжок часу;
- енергетична – визначається високим градієнтом електричного поля, який може викликати поляризацію молекул, резонансні ефекти;
- фотохімічна – вицвітання деяких барвників;
- механічна – виникнення коливань типу ультразвукових в опромінюваному організмі.

Найбільш чутливими до дії випромінювання ОКГ є очі. Випромінювання викликають опіки і пошкодження сітківки ока, це може призвести до сліпоти. Небезпечне не тільки пряме випромінювання, але й відбите від стін, обладнання. Дія випромінювання невеликої інтенсивності приводить до різних функціональних змін (функціональні зміни центральної нервової системи, серцево-судинної системи, коливання артеріального тиску (± 50 мм. рт. ст.), біль в очах, біль голови, підвищена збудливість).

За ступенем небезпечності випромінювання лазерів для обслуговуючого персоналу лазери поділяються на 4 класи:

клас I (безпечні) – вихідне випромінювання безпечне для очей;

клас II (малонебезпечні) – небезпечне для очей пряме, дзеркальне відбиття випромінювання;

клас III (середньонебезпечні) – небезпечне для очей пряме, дзеркальне, а також дифузно-відбите випромінювання на відстані 10 см від відбиваючої поверхні і для шкіри пряме і дзеркально відбите випромінювання;

клас IV (високонебезпечні) – небезпечне для шкіри дифузно-відбите випромінювання на відстані 10 см від відбиваючої поверхні.

Класифікація визначає специфіку впливу випромінювання на орган зору і шкіру. Ведучим критерієм для оцінки ступеня небезпеки лазерного випромінювання прийнята величина потужності (енергії), довжина хвилі, тривалість імпульсу і експозиції опромінення.

Нормування і контроль інтенсивності лазерного випромінювання

З врахуванням оптико-фізіологічних властивостей ока встановлені безпечні інтенсивності випромінювання в залежності від довжини хвилі, тривалості імпульсу, кута розходження променів, режиму генерації, тривалості дії і діаметра зіниці ока. Для неперервного випромінювання ОКГ з довжиною хвилі 10,6 мкм безпечна густина потоку енергії для рогової оболонки ока за час дії більший 1с не повинна перевищувати $0,2 \text{ Вт/см}^2$, а за час дії 0,15с – 2 Вт/см^2 .

При роботі з аргоновими (0,49 мкм) і гелієвими (0,63 мкм) ОКГ за час дії 0,15с безпечна густина потужності не повинна перевищувати 10^{-5} Вт/см². Для білого світла від імпульсних ламп накачування безпечна густина енергії на рогову оболонку ока не повинна перевищувати 10^{-6} Дж/см². Для виміру прямого і відбитого випромінювання застосовується вимірник потужності оптичної ПМО-2. Густина потоку енергії випромінювання ORU, Дж/см². (Вт/см²) на віддалі r , см, від джерела при умові рівномірного розподілу енергії у плямі може бути виміряна за формулою:

$$\Psi = \frac{4 \cdot W_0}{\Pi(r \cdot \varphi)^2} e^{-\sigma \cdot r}, \quad (2.124)$$

де W_0 – вихідна енергія (потужність) ОКГ, Дж(Вт);

e – кут розходження випромінювання, град;

σ – коефіцієнт ослаблення випромінювання ОКГ повітряним середовищем, см⁻¹.

За режимом роботи лазери підрозділяються на безупинної дії й імпульсні. Зараз отримане лазерне випромінювання в діапазоні від 0,6 мм (субміліметрові) до 1 мкм, що входить в області (ІЧ, видиму, УФ). Уже з'явилися повідомлення про створення лазерів у діапазоні рентгенівського (6 нм – 0,01 нм) і ведуться роботи зі створення лазерів в області гамма-випромінювання (0,01-0,0005 нм). Лазерне випромінювання в цих діапазонах крім монохроматичності, когерентності, гострої спрямованості і високої щільності потужності буде мати і високу проникаючу здатність. Як ми вже говорили, лазерне випромінювання може бути сконцентрованим у вузько спрямованому промені з великою щільністю потужності. Щільність потужності в промені лазера досягає великих величин внаслідок додавання енергії безлічі когерентних променів окремих атомів, що приходять в обрану точку простору в однаковій фазі.

Густина потужності лазерного випромінювання на малій площині об'єкта визначається формулою:

$$P_s = \frac{P \cdot D^2}{\lambda^2 \cdot f^2}, \quad (2.9)$$

де P – вихідна потужність випромінювання лазера;

D – діаметр об'єкта оптичної системи;

λ – довжина хвилі;

f – фокусна відстань оптичної системи.

Наприклад: $P = 1$ МВт, $\lambda=0,69$ мкм, $D/f=1,2$, тоді $P_s=10 \cdot 3^{14}$ Вт/см². Для порівняння щільність потужності випромінювання на поверхні Сонця 10^8 Вт/см².

Основні засоби захисту

Існують «Санітарні норми і правила улаштування і експлуатації лазерів»,

до яких ввійшли організаційні та інженерно-технічні заходи, які можуть забезпечити зменшення густини потоків енергії (потужності) на робочих місцях до величин, значно менших від допустимих.

ОКГ розміщують в окремих або відгороджених приміщеннях. Саме приміщення і обладнання не повинні мати дзеркальної поверхні. Стіни, стелі, обладнання й інші предмети фарбують матовою фарбою з малою сорбційною здатністю. Приміщення повинно мати високу освітленість, а також припливно-втяжну вентиляцію. При розміщенні в одному приміщенні декількох ОКГ їх огорожують ширмами, шторами або екранами, що не пропускають випромінювання. Надійним захистом від випадкового попадання випромінювання на людину є світловод, який екранує промінь на усьому шляху його дії (від ОКГ до мішені). Для попередження випадкового ураження очей застосовують спеціальні захисні окуляри з синьо-зеленого скла СЗС-22 (довжина хвиль 0,69 і 1,06 мкм), ОС-14 (довжина хвиль 0,49 і 0,53 мкм). Руки захищають чорними рукавичками. Для захисту інших частин тіла достатньо звичайної з тканини чорного кольору. Два рази на рік проводиться медичний огляд у терапевта, гематолога, офтальмолога і невропатолога.

Оцінка і розрахунок лазерно-небезпечної зони

Лазерно-небезпечна зона (ЛНЗ) – це частина простору, в межах якого рівень лазерного випромінювання перебільшує граничнодопустимий рівень (ГДУ). Методи розрахунку границі ЛНЗ залежать від довжини хвилі випромінювання.

Рівняння, що визначає границі ЛНЗ, має вигляд:

$$|\vec{S}(\vec{R})| \cdot \tau = H_{ГДУ}, \quad (2.125)$$

де $\vec{S}(\vec{R})$ – вектор Пойнтінга у точці з радіусом-вектором (\vec{R}) ;

$H_{ГДУ}$ – граничнодопустиме значення енергетично експозиції імпульсу лазерного випромінювання тривалістю τ .

Розрахунок границі ЛНЗ при дії випромінювання на шкіру і при дії випромінювання УФ- ($180 < \lambda \leq 380$ нм) і далекого ІЧ-діапазону спектру ($1400 < \lambda \leq 10^5$ нм) на очі.

Для джерела з рівномірним розподілом енергетичної світимості рівняння, що визначає границю ЛНЗ, має вигляд:

$$R(\theta) = r \left[-\cos 2\theta + \sqrt{\cos^2 2\theta + \frac{(U^2 - 1) \cdot (U^2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta)}{U^2 - \sin^2 \theta}} \right]^{1/2} \quad (2.126)$$

де θ – кут між нормаллю до поверхні джерела і напрямом на точку простору, що

розглядається;
 r – радіус пучку випромінювання, см;
 U – безрозмірний параметр, що розраховується за формулам в залежності від довжини хвилі.

При дії лазерного випромінювання на шкіру і при дії випромінювання УФ- ($180 < \lambda \leq 380$ нм):

$$U = \frac{W_{\Sigma}}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_{\Sigma})}, \quad (2.127)$$

де W_{Σ} – енергія, що генерується лазером за робочій день, Дж;
 H_{Σ} – граничнодопустимий рівень сумарної енергетичної експозиції, Дж/см² (табл. 2.42);
 r – радіус пука (джерела) випромінювання, см.

Таблиця 2.44 – Значення H_{Σ} для різних довжин хвиль

λ , мкм	Від 0,2 до 0,21	Понад 0,21 до 0,215	Понад 0,215 до 0,29	Понад 0,29 до 0,3	Понад 0,3 до 0,37	Понад 0,37 до 0,4
H_{Σ} , Дж/см ²	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$

При дії лазерного випромінювання далекого ІЧ-діапазону спектру ($1400 < \lambda \leq 10^5$ нм):

$$U_k = \frac{W_{\Sigma}}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_{ГДУ} \cdot k_1)}, \quad (2.128)$$

де W_o – енергія, що генерується лазером за час однократної дії, Дж;
 $H_{ГДУ}$ – граничнодопустимий рівень енергетичної експозиції, Дж/см² (табл. 2.45);
 r – радіус пука (джерела) випромінювання, см;
 k_1 – коефіцієнт, що залежить від частоти повторення імпульсів і тривалості серії імпульсів (табл. 2.46).

Таблиця 2.45 – ГДУ енергетичної експозиції роговиці ока лазерним випромінюванням $H_{ГДУ}$, Дж/см², з довжиною хвилі більше 1,4 мкм та шкіри більше 0,4 мкм у залежності від довжини хвилі λ і тривалості імпульсів τ

τ , с	λ , мкм				
	Від 0,4 до 0,73	Понад 0,73 до 2,4	Понад 2,4 до 5,6	Понад 5,6 до 9,3	Понад 9,3 до 20
1	2	3	4	5	6
10^{-9}	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-5}$
10^{-8}	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-5}$
10^{-7}	$8 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$
10^{-6}	$2 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$
10^{-5}	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$
10^{-4}	$1 \cdot 10^{-1}$	$6 \cdot 10^{-1}$	$6 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
10^{-3}	$4 \cdot 10^{-1}$	2	$2 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$
10^{-2}	1	5	$5 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
10^{-1}	1	$2 \cdot 10^1$	2	$2 \cdot 10^{-1}$	$8 \cdot 10^{-2}$

Закінчення таблиці 2.45.

1	2	3	4	5	6
10^0	10	$6 \cdot 10^1$	6	$6 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$
10^1	$4 \cdot 10$	$2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^1$	2	$8 \cdot 10^{-1}$
10^2	$2 \cdot 10^2$	10^3	10^2	10	4
10^3	$8 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^1$
10^4	$4 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^1$
$3 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$

Таблиця 2.46 – Значення коефіцієнту k_l

Тривалість серії імпульсів в τ , с	Частота повторення імпульсів f , Гц						
	До 2	Понад 2 до 10	Понад 10 до 50	Понад 50 до 100	Понад 100 до 250	Понад 250 до 500	Понад 500 до 1000
0,1	1	$3,6 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$8,3 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$8,7 \cdot 10^{-3}$
1,0	1	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$7,3 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$
10	1	$2,4 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-2}$	$5,4 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$
100	1	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$
1000	1	$5,3 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
10000	1	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
$3 \cdot 10^4$	1	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$

Розрахунок границі ЛНЗ при дії випромінювання ближчого ІК- діапазону спектру ($750 < \lambda \leq 1400$ нм) на око.

Для розрахунку вводять безрозмірний параметр U_p , що дорівнює:

$$U_p = \frac{r_3^2}{0,16} U_n, \quad (2.129)$$

де r_3 – радіус зіниці ока, см;

U_n – безрозмірний параметр, що розраховується за формулою:

$$U_n = \frac{W_0}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_{ГДУ}(\tau_u) \cdot k_2)}, \quad (2.130)$$

де W_0 – енергія, що генерується лазером за час однократної дії, Дж;

$H_{ГДУ}(\tau_u)$ – граничнодопустимий рівень енергетичної експозиції для різних довжин хвиль у залежності від тривалості одиночного імпульсу випромінювання, Дж/см² (табл. 2.45);

k_2 – значення коефіцієнту у залежності від частоти повторення імпульсів і тривалості серії імпульсів (табл. 2.47).

Радіус зіниці ока залежить від фонові освітленості роговиці ока E_ϕ . Значення r_3 можна визначити за наступними даними (табл.2.48).

При значенні безрозмірного параметру $U_p \geq 4 \cdot 10^6$ границю ЛНЗ розраховують за формулою:

$$R(\theta) = r \cdot \sqrt{U_p \cdot \cos \Theta}. \quad (2.131)$$

Таблиця 2.47 – Поправочний коефіцієнт k_2

Тривалість серії імпульсів в τ , с	Частота повторення імпульсів f , Гц						
	До 2	Понад 2 до 10	Понад 10 до 50	Понад 50 до 100	Понад 100 до 250	Понад 250 до 500	Понад 500 до 1000
0,1	1	$5,7 \cdot 10^{-1}$	$3,9 \cdot 10^{-1}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$8,4 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$
1,0	1	$3,8 \cdot 10^{-1}$	$2,6 \cdot 10^{-1}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$
10	1	$1,8 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
100	1	$6,9 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$
1000	1	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
10000	1	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$
$3 \cdot 10^4$	1	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$6,4 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$

Таблиця 2.48 – Залежність радіуса зіниці ока від фонові освітленості роговиці

E_ϕ , лк	10^{-2}	$4 \cdot 10^{-1}$	8	100	$2 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$
r_z , см	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1

При $U_p < 4 \cdot 10^6$ розрахунок границі ЛНЗ проводять за формулою:

$$R(\theta) = 5 \cdot 10^{-4} \cdot r \cdot U_p \sqrt{\cos \Theta}. \quad (2.132)$$

Розрахунок границі ЛНЗ при дії випромінювання видимого діапазону спектру ($380 < \lambda \leq 750$ нм) на око.

Для випромінювання видимого діапазону спектру при розрахунку границі ЛНЗ враховують небезпеку випромінювання, що має вираз у вигляді первинних і вторинних ефектів. За границю ЛНЗ в цьому випадку приймають максимальне значення $R(\theta)$.

Для розрахунку ЛНЗ необхідно визначити безрозмірні параметри:

U_p – за формулою (2.129);

$$\psi = \frac{(10^2 \cdot E_\phi \cdot U_n)}{U_e}, \quad (2.133)$$

де U_n – безрозмірний параметр, що враховує первинні біологічні ефекти, визначається за формулою (2.134);

U_e – безрозмірний параметр, що враховує вторинні біологічні ефекти. Визначається за формулою (2.130):

Таблиця 2.49 – Значення $H_{ГДУ}(\lambda)$ для різних довжин хвиль

λ , мкм	Від 0,4 до 0,44	Понад 0,44 до 0,48	Понад 0,48 до 0,62	Понад 0,62 до 0,67	Понад 0,67 до 0,71	Понад 0,71 до 0,73	Понад 0,73 до 0,75
$H_{ГДУ}(\lambda)$ Дж/см ²	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-6}$	$6,5 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$

$$U_n = \frac{W_0 \cdot n}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_{ГДУ}(\lambda))}, \quad (2.134)$$

де W_0 – енергія, що генерується лазером за час однократної дії, Дж;

n – кількість дій випромінювання на око за робочий день $n = Tf$, де T – час роботи лазерної установки за робочу зміну, f – частота імпульсу;

$H_{ГДУ}(\lambda)$ – значення ГДУ для різних довжин хвиль (табл. 2.50).

При розрахунку ЛНЗ використовують формули, що означені на схем рис. 2.19.

$$A - R(\theta) = 5 \cdot 10^{-4} \cdot r \cdot U_p \sqrt{\cos \theta}; \quad B - R(\theta) = r \cdot \sqrt{U_p / \psi \cdot \cos \theta};$$

$$C - R(\theta) = r \cdot \sqrt{U_p \cdot \cos \theta}.$$

Приклад. Визначити границю ЛНЗ джерела випромінювання III класу небезпеки з наступними характеристиками:

1. Довжина хвилі випромінювання – 1,06 мкм;
2. Тривалість імпульсу випромінювання – 10^{-3} с;
3. Частота повторення імпульсів – 100 Гц;
4. Тривалість серії імпульсів – 1 с;
5. Енергія одного імпульсу випромінювання – 100 Дж;
6. Радіус джерела випромінювання – 0,05 см;
7. Фонова освітленість $E_\phi = 100$ лк.

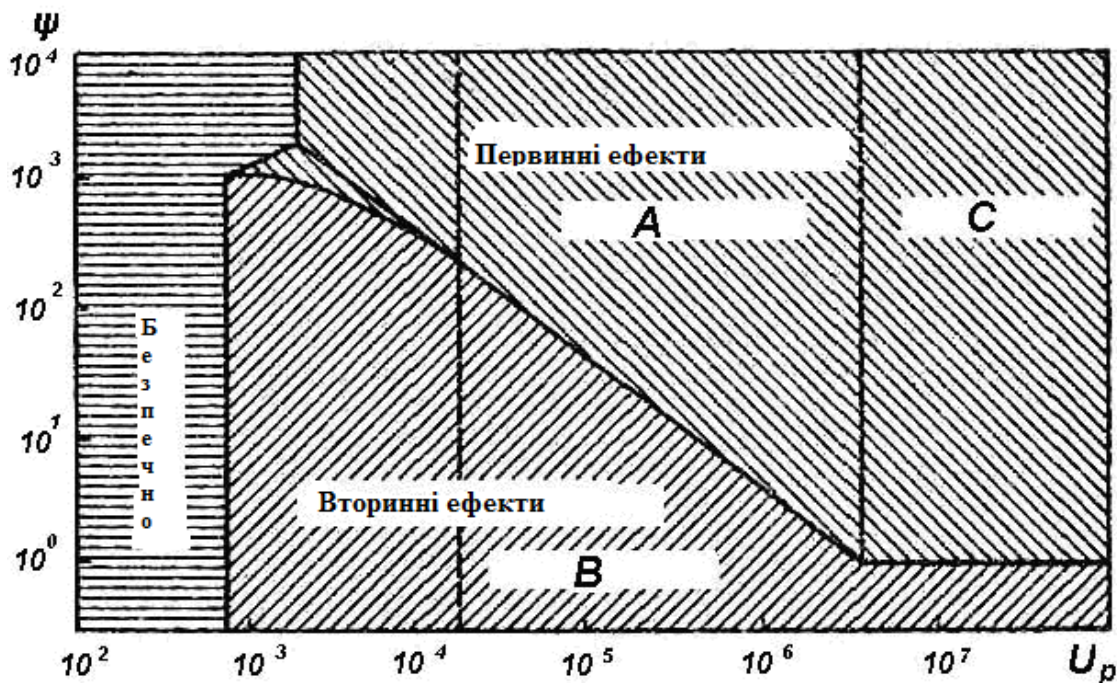


Рисунок 2.19 – Схема до розрахунку границі лазерно-небезпечної зони при дії випромінювання видимого діапазону спектру на око

Розв'язання.

За формулами (2.129) і (2.130) визначаємо безрозмірний параметр U_p .

Для цього, за таблицею 2.47 знаходимо поправочний коефіцієнт $k_2 = 1,9 \cdot 10^{-1}$.

Після цього, знаходимо ГДУ енергетично експозиції у залежності від тривалості імпульсів і довжини хвилі за таблицею 2.48 – $H_{ПДУ}(\tau_u) = 7,1 \cdot 10^{-5}$ Дж/см². При фоновій освітленості $E_\phi = 100$ лк – радіус зіниці ока за таблицею 2.49 $r_3 = 0,25$ см.

$$U_p = \frac{r_3^2}{0,16} U_n, \quad U_n = \frac{W_0}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_{ПДУ}(\tau_u) \cdot k_2)},$$

$$U_p = \frac{0,25^2}{0,16} \cdot \frac{100}{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 7,1 \cdot 10^{-5} \cdot 1,9 \cdot 10^{-1}} = 3,7 \cdot 10^8.$$

Розрахунок границі ЛНЗ проводимо за формулою (2.131):

$$R(\theta) = r \cdot \sqrt{U_p \cdot \cos \Theta} = 0,05 \cdot \sqrt{3,7 \cdot 10^8 \cdot \cos \Theta} = 9,6 \cdot 10^2 \sqrt{\cos \Theta}.$$

Максимальний розмір ЛНЗ становить 9,6 м.

Практичне завдання. Розрахувати максимальний розмір границі ЛНЗ. Фонову освітленість роговиці ока E_ϕ по варіантах прийняти за таблицею 2.51. Кількість дій лазерного випромінювання на людину визначається, виходячи з часу роботи лазерної установки в зміну – 6 годин і частоти імпульсу в кожному конкретному варіанті (таблиця 2.52).

Таблиця 2.51 – Фонова освітленість роговиці ока

№	E_ϕ , лк	№	E_ϕ , лк	№	E_ϕ , лк	№	E_ϕ , лк
1	10^{-2}	6	100	11	$5 \cdot 10^{-2}$	16	200
2	100	7	8	12	200	17	16
3	8	8	0,4	13	16	18	0,8
4	0,4	9	0,2	14	0,8	19	0,4
5	2000	10	2000	15	1500	20	1000

2.5.3 Захист від іонізуючих випромінювань

Поняття «іонізуюче випромінювання» об'єднує різноманітні види, різні за своєю природою випромінювання. Подібність їх полягає в тому, що всі вони відрізняються високою енергією, мають властивість іонізувати і руйнувати біологічні об'єкти. Під впливом іонізуючого випромінювання атоми і молекули живих клітин іонізуються, в результаті чого відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які впливають на характер подальшої життєдіяльності людини. Іонізуючі випромінювання, діючи на організм людини, викликають у ньому зворотні і незворотні зміни.

Іонізуюче випромінювання – це будь-яке випромінювання, взаємодія якого із середовищем призводить до утворення електричних зарядів різних знаків. Розрізняють корпускулярне і фотонне іонізуюче випромінювання.

Таблиця 2.50 – ГДУ енергетичної експозиції $H_{ПДУ}(\tau_u)$, Дж/см², роговиці ока в залежності від тривалості імпульсів τ і довжини хвилі випромінювання λ при кутовому розмірі джерела випромінювання $\alpha = 10^{-3}$ рад і максимальному діаметрі зіниці ока $d_3 = 0,8$ см

$\tau, \text{с}$	$\lambda, \text{мкм}$						
	Від 0,4 до 0,42	Понад 0,42 до 0,45	Понад 0,45 до 0,90	Понад 0,90 до 1,10	Понад 1,10 до 1,20	Понад 1,20 до 1,30	Понад 1,30 до 1,40
10^{-9}	$5,1 \cdot 10^{-6}$	$3,1 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$5,1 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$5,1 \cdot 10^{-5}$
10^{-8}	$9,2 \cdot 10^{-6}$	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$9,2 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$9,2 \cdot 10^{-5}$
10^{-7}	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$9,9 \cdot 10^{-6}$	$5,7 \cdot 10^{-6}$	$7,1 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
10^{-6}	$3 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$
10^{-5}	$5,1 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$5,1 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$
10^{-4}	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$9,2 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$
10^{-3}	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$9,9 \cdot 10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$	$7,1 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
10^{-2}	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$
10^{-1}	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$
0,25	$6,5 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-2}$
10^0	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$
10^1	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$9,9 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$
10^2	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$9,1 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$
10^3	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-2}$
10^4	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$
$3 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$

Корпускулярне – потік елементарних частинок із масою спокою, відмінною від нуля, що утворюються при радіоактивному розпаді, ядерних перетвореннях, або генеруються на прискорювачах. Це α і β -частинки, нейтрони, протони та ін.

Фотонне – потік електромагнітних коливань, що поширюються у вакуумі з постійною швидкістю 300 000 км/с. Це γ -випромінювання і рентгенівське випромінювання.

Випромінювання характеризуються за своїми іонізуючою і проникною здатностями.

Іонізуюча здатність випромінювання визначається питомою іонізацією, тобто числом пар іонів, що утворюються частинкою в одиниці об'єму, маси середовища або на одиниці довжини шляху.

Різні види випромінювань мають різну іонізуючу здатність.

Проникна здатність випромінювань визначається величиною пробігу, тобто шляхом, пройденим часткою в речовині до її повного зникнення.

Джерела іонізуючих випромінювань поділяються на природні та штучні (антропогенні).

Штучними джерелами іонізуючих випромінювань є ядерні вибухи, ядерні установки для виробництва енергії, ядерні реактори, прискорювачі заряджених частинок, рентгенівські апарати, прилади апаратури засобів зв'язку високої напруги тощо.

Одним з видів іонізуючих випромінювань, незважаючи на їх величезне значення, є *радіоактивне випромінювання* – випромінювання, що виникає в результаті розпаду ядер радіоактивних елементів.

Радіонукліди утворюють випромінювання в момент перетворення одних атомних ядер на інші. Вони характеризуються *періодом напіврозпаду* (від секунд до млн. років), *активністю* (числом радіоактивних перетворень за одиницю часу), що характеризує їх іонізуючу здатність.

Активність у міжнародній системі (SI) вимірюється в бекерелях (Бк), а позасистемною одиницею є кюрі (Ки). $1 \text{ Ки} = 37 \times 10^9 \text{ Бк}$. Дія іонізуючого випромінювання в будь-якому середовищі залежить від енергії випромінювання й оцінюється дозою іонізуючого випромінювання. Останнє визначається для повітря, речовини і біологічної тканини. Відповідно розрізняють експозиційну, поглинену та еквівалентну дози іонізуючого випромінювання.

Експозиційна доза характеризує іонізуючу здатність випромінювання в повітрі, вимірюється в кулонах на 1 кг (Кл/кг); позасистемна одиниця – рентген (Р); $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р}$. За експозиційною дозою можна визначити потенційні можливості іонізуючого випромінювання.

Поглинута доза характеризує енергію іонізуючого випромінювання, що поглинається одиницею маси опроміненої речовини. Вона вимірюється у греях (Гр.) ($1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$). Застосовується і позасистемна одиниця рад ($1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр} = 0,01 \text{ Дж/кг}$).

Еквівалентна доза є мірою біологічного впливу випромінювання на конкретну людину, тобто індивідуальним критерієм небезпеки, зумовленим іонізуючим випромінюванням. За одиницю вимірювання еквівалентної дози прийнято зіверт (Зв). 1 Зв дорівнює поглинутій дозі в 1 Дж/кг (для

рентгенівського та α, β -випромінювань). Позасистемною одиницею служить бер (біологічний еквівалент рада), 1 бер = 0,01 Зв.

Ефект дії іонізуючого випромінювання зумовлений не кількістю поглинутої об'єктом, що опромінюється, енергії, а формою, в якій ця енергія передається.

Ніякий інший вид енергії (теплова, електрична та ін.), що поглинається біологічним об'єктом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, які спричиняє іонізуюче випромінювання.

Дія іонізуючого випромінювання на організм людини має певні *особливості*:

- органи чуття не реагують на випромінювання;
- малі дози випромінювання можуть підсумовуватися і накопичуватися в організмі (кумулятивний ефект);
- випромінювання діє не тільки на даний живий організм, але і на його спадкоємців (генетичний ефект);
- різні органи організму мають різну чутливість до випромінювання.

Ефекти, викликані дією іонізуючих випромінювань (радіації), систематизуються за видами ушкоджень і часом прояву.

За видами ушкоджень їх поділяють на три групи: соматичні, соматико-стохастичні (випадкові, ймовірні), генетичні.

За часом прояву виділяють дві групи – *ранні (або гострі) і пізні*. Ранні ураження бувають тільки соматичними. Це призводить до смерті або *променевої хвороби*. Джерелом таких часток є в основному ізотопи, що мають коротку тривалість життя, γ - випромінювання, потік нейтронів.

Гостра форма виникає в результаті опромінення великими дозами за короткий проміжок часу. При дозах порядку тисяч рад ураження організму може бути миттєвим. *Хронічна форма* розвивається в результаті тривалого опромінення дозами, що перевищують летальну дозу (ЛД). За поглинутої дози 4-6 Гр *розвивається важка форма променевої хвороби*. 50 % випадків захворювання закінчуються смертю протягом першого місяця.

Більш віддаленими наслідками променевого ураження можуть бути:

- променеві катаракти;
- лейкози;
- злоякісні пухлини;
- раннє старіння та інше.

Ступінь впливу радіації залежить від того, чи є опромінення зовнішнім або внутрішнім. *Внутрішнє опромінення* виникає при вдиханні, ковтанні радіоізотопів та проникненні їх в організм через шкіру. Можуть бути *локальні ураження*, оскільки деякі речовини поглинаються і накопичуються в конкретних органах. *ГДД для людей*, які постійно працюють з радіоактивними речовинами, становить 2 бер на рік.

За цієї дози не спостерігається соматичних уражень, проте достовірно поки невідомо, яким чином реалізуються канцерогенний і генетичний ефекти дії. Цю дозу слід розглядати як верхню межу, до якої не слід наближатися.

Таблиця 2.52 – Вихідні дані для розрахунку

№ варіанту	Тип лазеру	Довжина хвилі випромінення, λ , нм	Тривалість одиночного імпульсу $\tau_{и,с}$	Частота імпульсів $f_{и, Гц}$	Діаметр пучка $d_{и, м}$	Тривалість опромінення ока (шкіри) $t, с$	Енергія лазерного випромінення (середня потужність)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Газовий лазер	223	$5 \cdot 10^{-8}$	10^2	$3 \cdot 10^{-3}$	10 (10)	$P = 0,5 \text{ Вт}$
2	Газовий лазер	331	$3 \cdot 10^{-9}$	10^2	$3 \cdot 10^{-3}$	0,25 (10)	$P = 1,2 \text{ Вт}$
3	Газовий лазер	510	10^{-8}	10^2	$3 \cdot 10^{-3}$	0,25 (10)	$P = 10 \text{ Вт}$
4	ГОР-100	690	10^{-3}	10^{-2}	$2 \cdot 10^{-4}$	10 (10)	$W_0 = 80 \text{ Дж}$
5	Твердотільний лазер на кристалах	530	$2 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	$1,2 \cdot 10^{-2}$	10 (10)	$W_0 = 0,4 \text{ Дж}$
6	Твердотільний лазер на кристалах	1060	$2 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	$1,2 \cdot 10^{-2}$	10 (10)	$W_0 = 0,8 \text{ Дж}$
7	Лазер на центрах фарбування на основі кристалів	1200	$8 \cdot 10^{-11}$	10^8	$5 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$W^c(t) = 10^{-4} \text{ Дж}$
8	Технологічна установка «Квант-15»	1060	$4 \cdot 10^{-3}$	10	$3 \cdot 10^{-4}$	2	$W^c(t) = 168 \text{ Дж}$
9	Установка для зварювання скла	10600	Безперервно	-	10^{-3}	15	$P = 30 \text{ Вт}$
10	Установка для спектроскопії	340	10^{-5}	10^3	-	10 (кількість операцій за робочий день =250)	$P = 8 \text{ Вт}$
11	Газовий лазер	223	$5 \cdot 10^{-8}$	10^2	$3 \cdot 10^{-3}$	10 (10)	$P = 0,7 \text{ Вт}$
12	Газовий лазер	331	$3 \cdot 10^{-9}$	10^2	$3 \cdot 10^{-3}$	0,25 (10)	$P = 1,5 \text{ Вт}$
13	Газовий лазер	510	10^{-8}	10^2	$3 \cdot 10^{-3}$	0,25 (10)	$P = 12 \text{ Вт}$
14	ГОР-100	690	10^{-3}	10^{-2}	$2 \cdot 10^{-4}$	10 (10)	$W_0 = 85 \text{ Дж}$
15	Твердотільний лазер на кристалах	530	$2 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	$1,2 \cdot 10^{-2}$	10 (10)	$W_0 = 0,8 \text{ Дж}$

Закінчення таблиці 2.52

16	Твердотільний лазер на кристалах	1060	$2 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	$1,2 \cdot 10^{-2}$	10 (10)	$W_0 = 0,8$ Дж
17	Лазер на центрах фарбування на основі кристалів	1200	$8 \cdot 10^{-11}$	10^8	$5 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$W^c(t) = 10^{-3}$ Дж
18	Технологічна установка «Квант-15»	1060	$4 \cdot 10^{-3}$	10	$3 \cdot 10^{-4}$	2	$W^c(t) = 165$ Дж
19	Установка для зварювання скла	10600	Безперервно	-	10^{-3}	15	$P = 35$ Вт
20	Установка для спектроскопії	340	10^{-5}	10^3	-	10 (кількість операцій за робочий день =250)	$P = 16$ Вт

Надзвичайно швидкий розвиток застосування відкритих джерел випромінювань у науці та на практиці, виявлення негативного впливу випромінювання на живі організми майже одночасно з відкриттям рентгенівського випромінювання і радіоактивного розпаду зумовили розгляд питань *захисту людини від негативного впливу іонізуючого випромінювання*.

Заходи радіаційної безпеки, що застосовують на підприємствах, залежать від конкретних умов роботи з джерелами іонізуючих випромінювань і, передусім, від *типу джерела випромінювання*.

Закритими називаються будь-які джерела іонізуючого випромінювання, будова яких виключає проникнення радіоактивних речовин у навколишнє середовище за передбачених умов їх експлуатації і зносу.

Вченими доведено певні *закони поширення іонізуючих випромінювань* і характеру їх взаємодії з речовиною, серед найголовніших з яких є такі:

- доза зовнішнього опромінення є пропорційною інтенсивності випромінювання і часу впливу;
- інтенсивність випромінювання від точкового джерела є пропорційною кількості квантів або часток, що виникають у ньому за одиницю часу, і обернено пропорційною квадрату відстані;
- інтенсивність випромінювання може бути зменшена за допомогою екранів.

Основними принципами забезпечення радіаційної безпеки при роботі із *закритими джерелами іонізуючого випромінювання* є:

- зменшення потужності джерел до мінімальних розмірів («захист кількістю»);
- скорочення часу роботи із джерелом («захист часом»);
- збільшення відстані від джерел до людей («захист відстанню»);
- екранування джерел випромінювання матеріалами, що поглинають іонізуюче випромінювання («захист екраном»).

Відкритими називаються такі джерела іонізуючого випромінювання, при використанні яких можливе потрапляння радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

При цьому може відбуватися не тільки зовнішнє, але і додаткове внутрішнє опромінення персоналу. Тому *основними принципами забезпечення радіаційної безпеки* при взаємодії з *відкритими джерелами іонізуючого випромінювання* є:

- використання принципів захисту, що застосовуються при роботі з джерелами випромінювання у закритому виді;
- герметизація виробничого обладнання з метою ізоляції процесів, що можуть стати джерелами надходження радіоактивних речовин у зовнішнє середовище;
- заходи планувального характеру;
- застосування санітарно-технічних засобів і обладнання, використання спеціальних захисних матеріалів;

- використання засобів індивідуального захисту і санітарної обробки персоналу;
- дотримання правил особистої гігієни;
- очищення від радіоактивних забруднень поверхонь будівельних конструкцій, апаратури і засобів індивідуального захисту;
- використання радіопротекторів (біологічний захист).

До найбільш ефективних методів діагностики захворювань людини належать *рентгенорадіологічні процедури*.

Оцінка радіаційної обстановки

Під оцінкою радіаційної обстановки розуміють розв'язання ситуаційних задач із визначення рівнів радіації на забрудненій радіоактивними речовинами території, величину можливих доз опромінення, допустиму тривалість перебування людей, планування робочих змін при ліквідації наслідків аварії, аналіз отриманих результатів розрахунків та вибір найбільш доцільного варіанта дій, при якому можна мінімізувати чи виключити радіаційне ураження людей та своєчасно вжити заходів щодо їх захисту.

Проведення необхідних розрахунків базується на закономірності зниження *рівня радіації* внаслідок природного розпаду радіонуклідів, який описується формулою:

$$P_t = P_1 \cdot t^{-\alpha}, \quad (2.135)$$

де P_1 – рівень радіації (потужність дози), розрахований на першу годину після аварії, Р/год;

P_t – рівень радіації на будь-який момент часу, Р/год;

t – поточний час, що визначається від моменту аварії, год;

α – емпіричний коефіцієнт, при аварії на АЕС (з реактором ВВЕР) $\alpha = 0,4$.

Рівень радіації (потужність дози), розрахований на першу годину після аварії, в усіх подальших розрахунках є основним показником. Тому після проведення дозиметричних вимірів рівня радіації на будь-який момент після аварії обов'язково проводять перерахунок на рівень радіації на першу годину після аварії, користуючись наступним співвідношенням:

$$P_1 = P_t \cdot t^\alpha = P_{вим} \cdot K_t, \quad (2.136)$$

де $P_{вим}$ – вимірний рівень радіації на будь-який момент часу після аварії, Р/год;

K_t – коефіцієнт розрахунку рівня радіації з будь-якого часу на першу годину після аварії (додаток 9 НРБУ-97/Д-2000).

Сумарну дозу опромінення людей за час перебування на забрудненій території визначають з формули:

$$D_{\Sigma} = \frac{5P_1(t_{поч}^{-0,2} - t_{зак}^{-0,2})}{K_{осл}}, \quad (2.137)$$

де D_{Σ} – сумарна доза опромінення, Р;

$K_{осл}$ – коефіцієнт ослаблення випромінювання, залежить від місця перебування та наявності захисних споруд і матеріалів;

$t_{поч}$ – час початку проведення робіт на забрудненій території після аварії, год;

$t_{зак}$ – час закінчення робіт на забрудненій території після аварії, год.

Коефіцієнт ослаблення випромінювання можна розрахувати за формулою:

$$K_{осл} = K_p \cdot 2^{\frac{h_{\beta}}{d_{\beta}}} \cdot 2^{\frac{h_{\gamma}}{d_{\gamma}}}, \quad (2.138)$$

де K_p – коефіцієнт розташування захисних споруд ($K_p = 1 \div 8$ – ціле число);

h_{β} , h_{γ} – товщини захисних шарів матеріалів від β - та γ -випромінювання відповідно, м;

d_{β} , d_{γ} – товщини шарів напівослаблення матеріалів для β - та γ -випромінювання відповідно, м.

Кількість необхідних змін з ліквідації наслідків аварії визначають зі співвідношення сумарної дози опромінення і допустимої дози одноразового опромінення людини за формулою:

$$N = \frac{D_{\Sigma}}{D_{дон}}; \quad (2.139)$$

де N – кількість робочих змін;

$D_{дон}$ – допустима доза опромінення, Р.

У разі отримання дрібного значення кількості змін для організації робіт приймається найбільше ціле число, яке перевищує знайдене, задля гарантованого уникнення опромінення людей. Більшого за допустиму дозу. В цьому випадку проводиться корегування $D_{дон}$:

$$D'_{дон} = \frac{D_{\Sigma}}{N(\text{ціле число})}. \quad (2.140)$$

Тривалість кожної робочої зміни при проведенні робіт на забрудненій території визначають також за допомогою формули (2.142), в яку замість сумарної дози випромінювання підставляють значення допустимої дози:

$$D'_{дон} = \frac{5P_1(t_{почі}^{-0,2} - t_{закі}^{-0,2})}{K_{осл}}; \quad (2.141)$$

$$t_{закі} = \left(t_{почі}^{-0,2} - \frac{K_{осл} \cdot D'_{дон}}{5 \cdot P^1} \right)^{-5}. \quad (2.142)$$

При цьому мають на увазі, що для ефективної організації робіт з ліквідації наслідків аварії на АЕС час закінчення робіт першої зміни відповідає часу початку проведення робіт другої зміни і так далі.

Визначити час роботи (t_p) бульдозера відповідного типу з улаштування проїзду заданої довжини за один прохід:

$$t_p = \frac{10 \cdot L_{зад}}{П} \text{ (годин)}, \quad (2.143)$$

де $L_{зад}$ – задана довжина проїзду, км;

$П$ – спроможність бульдозера за 1 год. роботи, км (табл. 2.52).

Визначити необхідну кількість проходів бульдозера задля улаштування проїзду заданої ширини:

$$n = \frac{K_{зад}}{K_1}, \quad (2.144)$$

де $K_{зад}$ – задана ширина проїзду, м;

K_1 – ширина розчищення завалу за один прохід, м.

Таблиця 2.52 – Орієнтовні нормативи щодо улаштування проїзду в завалах висотою до 0,5 м

Вид роботи	Ширина розчищення за 1 прохід K_1 , м	Спроможність бульдозера і 3-4 особи за год. $П$, км
Улаштування проїзду в завалі з цегли		
Д – 572	4,0	2,0
Д – 521	3,5	1,4
У завалі з уламків ЗБК		
Д – 521	3,0	0,5
Д – 572	3,5	0,7

Час роботи визначаємо наступним чином:

$$T_p = n \cdot t_p. \quad (2.145)$$

Приклад. Визначити час роботи бульдозера Д – 572 з улаштування проїзду шириною $K_{зад} = 7$ м, довжиною $L_{зад} = 550$ м у завалі з цегли, якщо $П = 2$ км; $K_1 = 4$ м (табл. 2.52).

Роботу виконати за час, що не перевищує 6 годин.

Розв'язання:

1. Час роботи з улаштування проїзду за один прохід

$$t_p = 0,55 \cdot 10 / 2 = 2,75 \text{ години.}$$

2. Необхідна кількість проходів

$$n = \frac{K_{зад}}{K_1} = \frac{7}{4} = 1,75 \approx 2 \text{ проходи.}$$

та створюваного ними забруднення. Не можна розміщувати підприємства в місцях можливих підтоплень; поблизу джерел водопостачання; на ділянках, забруднених органічними та радіоактивними відходами. При зонуванні (умовний поділ території за функціональним використанням) враховують переважаючий напрямок вітрів та рельєф місцевості. Бажано виробничу зону розташовувати з підвітряного боку відносно підсобної та інших зон. Окремі будівлі та споруди розташовують на майданчику, щоб у місцях організованого повітрозабору системами вентиляції (кондиціонування повітря) вміст шкідливих речовин у зовнішньому повітрі не перевищував 30 % ГДК для повітря робочої зони виробництв. При розташуванні будівель відносно сторін світу необхідно прагнути до створення сприятливих умов для природного освітлення. Відстань між будівлями повинна бути не менше найбільшої висоти однієї з протилежних будівель (щоб вони не затіняли одна одну). Виробничі будівлі та споруди, як правило, розташовують за ходом виробничого процесу, їх групують з урахуванням спільності санітарних та протипожежних вимог, споживання електроенергії, руху транспортних та людських потоків.

Згідно з Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів підприємства, їх окремі будівлі та споруди з технологічними процесами, що є джерелами забруднення навколишнього середовища хімічними, фізичними, біологічними чинниками, при неможливості створення безвідходних технологій повинні відокремлюватись від житлових будинків *санітарно-захисними зонами (СЗЗ)*. Розмір СЗЗ визначають безпосередньо від джерел забруднення атмосферного повітря до межі житлової забудови.

СЗЗ повинні бути озеленені, це захисні бар'єри від виробничого пилу, газів, шуму, випромінювань. На зовнішній межі СЗЗ зверненої до житлових будинків, концентрації та рівні шкідливих чинників не повинні перевищувати їх допустимих нормативів (ГДК, ГДР), на межі курортно-рекреаційної зони 0,8 значення нормативу. Велике значення має благоустрій території – озеленення, обладнання тротуарів, майданчиків для відпочинку, занять спортом. Озеленені ділянки повинні складати не менше 10-15% загальної площі підприємства. Для збирання та зберігання виробничих відходів потрібно відвести спеціальні ділянки з огороженням та зручним під'їздом.

Основні вимоги до виробничих будівель та споруд викладені в СНиП 2.09.02-85*. При плануванні виробничих приміщень необхідно враховувати санітарну характеристику виробничих процесів, дотримуватись норм корисної площі для працюючих, нормативів площ для розташування устаткування і необхідної ширини проходів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування устаткування. Об'єм виробничого приміщення на 1 працівника згідно з сан. нормами повинен складати не менше 15 м³, а площа приміщення – не менше 4,5 м². Якщо в одній будові необхідно розмістити виробничі приміщення, до яких, з точки зору виробничої санітарії та пожежної профілактики висуваються різні вимоги, то їх належить групувати, щоб вони були ізольованими один від одного. Цехи, відділення і дільниці зі значними шкідливими виділеннями, надлишком тепла та пожежонебезпечні необхідно

розташовувати біля зовнішніх стін будівлі і, якщо допустимо за умовами технологічного процесу та потоковістю виробництва – на верхніх поверхах багатоповерхової будівлі. Не можна розташовувати нешкідливі цехи та дільниці (механоскладальні, інструментальні, ЕОМ), конторські приміщення над шкідливими, оскільки при відкриванні вікон газу та пари можуть проникати в ці приміщення. Приміщення, де розташовані електрощитові, вентиляційне, компресорне та ін. обладнання підвищеної небезпеки повинні бути постійно зачиненими, щоб в них не потрапили сторонні працівники.

Для запобігання травматизму у виробничих приміщеннях треба застосовувати попереджувальне пофарбування будівельних конструкцій, устаткування, трубопроводів, електрошин, знаки безпеки відповідно до ДСТУ ISO 7010:2019.

Ширина основних проходів всередині цехів та дільниць повинна бути не менше 1,5 м, а ширина проїздів – 2,5 м. Двері та ворота, що ведуть безпосередньо на двір, необхідно обладнати тамбурами або повітряними (тепловими) завісами.

Важливе значення для здорових та безпечних умов праці мають раціональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць. Порядок розташування устаткування і відстань між ними визначаються їх розмірами, технологічними вимогами і вимогами охорони праці. До устаткування, що має електропривод, повинен бути вільний підхід з усіх сторін шириною не менше 1 м зі сторони робочої зони і 0,6 м – зі сторони неробочої зони. Виробничі меблі (шафи, стелажі, столи) можна ставити впритул до конструктивних елементів будівлі – стін, колон.

Для оброблення та захисту внутрішніх поверхонь конструкцій приміщень від дії шкідливих та агресивних речовин (кислот, лугів, свинцю) та вологи використовують керамічну плитку, кислотостійку штукатурку, олійну фарбу, які перешкоджають сорбції цих речовин та допускають миття поверхонь.

Висота виробничих приміщень має бути не менше 3,2 м, для приміщень енергетичного та складського господарства 3 м. Відстань від підлоги до конструктивних елементів перекриття 2,6 м. Галереї, містки, сходи і майданчики повинні бути завширшки не менше 1 м і загороджені поручнями висотою 1 м, внизу повинні мати бортики висотою 0,2 м. Ширина виходів з приміщень має бути не меншою 1 м, висота 2,2 м. При русі транспорту через двері їх ширина повинна бути на 0,8 м більше з обох боків габариту транспорту. Підлоги виробничих приміщень повинні бути зносостійкими, теплими, неслизькими, щільними, легко очищуватись, а в деяких цехах та дільницях – волого-, кислото- та вогнестійкими. Через підлогу в інші приміщення не повинні проникати вода, мастила, шкідливі речовини, газу. Всі майданчики, які розташовані на висоті понад 260 мм від підлоги, повинні мати поруччя. Металеві сходи для обслуговування обладнання встановлюються під кутом, що не перевищує 45° з відстанню між сходишками 230-260 мм і шириною сходів 250-300 мм. Для обслуговування обладнання, що відвідується 1-2 рази на зміну

і яке розташоване на майданчиках з різницею у відмітках не більше 3 м, допускається приймати кут нахилу сходів 60°. Поруччя фарбують у жовтий (червоний) колір, а стояки – у білий. Сходи виготовляють ребристими або із смугастої сталі.

Основні вимоги до допоміжних приміщень

До складу будь-якого підприємства (залежно від масштабу) повинні входити *допоміжні приміщення*, які поділяються на *п'ять груп*: *санітарно-побутові* (гардеробні, душові, умивальні, туалети, кімнати для куріння, приміщення для обігрівання); *охорони здоров'я* (медпункти, приміщення особистої гігієни жінок, інгаляторії, для відпочинку в робочий час та психологічного розвантаження); *громадського харчування* (їдальні, буфети, кімнати для прийняття їжі); *культурного обслуговування* (бібліотеки, приміщення для зборів, спортзали); *адміністративні* (приміщення управління, конструкторських бюро громадських організацій, ОП).

Допоміжні приміщення різного призначення, як правило, розташовують разом, в одній будівлі та в місцях з найменшим впливом шуму, вібрації та інших шкідливих чинників. Вимоги щодо складу, розміщення, розмірів та обладнання допоміжних приміщень викладені в ДБН В.2.2-28:2010. Санітарно-побутові приміщення необхідно розташовувати з максимальним наближенням до робочих місць, щоб не було зустрічних потоків людей, переходів через виробничі приміщення зі шкідливими виділеннями, неопалювані частини будівлі, відкриті простори. Розрахунок санітарно-побутових приміщень проводиться в залежності від санітарної характеристики виробничих процесів та кількості працюючих у найбільш чисельну зміну.

Відповідно до санітарної характеристики виробничі процеси поділяються на чотири групи, а кожна з них – ще на 2-5 підгруп.

До *I групи* належать виробничі процеси, що викликають забруднення рук, тіла, спецодягу речовинами 3-го та 4-го класів небезпеки (до її складу входять три підгрупи).

До *II групи* належать виробничі процеси, що здійснюються при надлишку явної теплоти або несприятливих метеорологічних умовах (до її складу входять п'ять підгруп).

До *III групи* (має дві підгрупи) належать процеси, що викликають забруднення речовинами 1-го та 2-го класів небезпеки (до її складу входять п'ять підгруп).

До *IV групи* належать процеси, що вимагають особливого режиму для забезпечення якості продукції, а саме: пов'язані з переробкою харчових продуктів, виробництвом стерильних матеріалів, що вимагають особливої чистоти.

Розташування, розміри, оброблення допоміжних приміщень обумовлюються санітарними вимогами (туалети розташовують, як правило, на кожному поверсі на відстані не більше 75 м від найбільш віддаленого робочого місця, а душові слід влаштовувати в кімнатах, суміжних з гардеробними біля

внутрішніх стін).

Основні вимоги до водопостачання та каналізації

Виробничі приміщення повинні бути обладнані системами виробничого, протипожежного та господарсько-питного водогонів, господарсько-побутовою і виробничою каналізацією. Виключення складають невеликі виробництва (з кількістю працюючих до 25 осіб в зміну), що розміщені в районах без центральної системи водогону та каналізації. При проектуванні систем водопостачання та каналізації необхідно впроваджувати найбільш прогресивну технологію і устаткування для підготовки та подачі води, відведення та очистки промислових стоків, забезпечувати найменшу забрудненість стічних вод, можливість утилізації та використання відходів виробництва.

Норма витрат води на пиття та побутові потреби для цехів зі значним надлишком тепла на одну людину в одну зміну повинна складати 45 л, а в інших цехах та відділеннях – 25 л. В проходах між цехами, вестибюлях, приміщеннях для відпочинку необхідно передбачати фонтанчики чи установки з газованою водою. В гарячих цехах повинні бути передбачені місця площею 2-3 м² для установок з охолодженою підсоленою газованою водою (5 г солі на 1 л води).

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до пристроїв питного водопостачання не повинна перевищувати 75 м. Не допускається з'єднання мереж господарсько-питного водогону з мережами спеціальних виробничих та протипожежних водогонів, що подають не питну воду. Всі стічні води спускаються в міську каналізаційну мережу. Зливання в каналізаційну мережу відпрацьованих розчинів кислот, лугів, електролітів та ін. хімічних речовин допускається після їх нейтралізації та очищення. Забороняється зливати в каналізаційну мережу толуол, ацетон, бензин, мінеральні мастила. На дільницях шліфування, полірування та при застосуванні мокрих способів оброблення пилових матеріалів стічні води повинні надходити до системи загальної каналізації через відстійники. На окремих дільницях каналізаційних мереж необхідно розташовувати пристрої для вловлювання нафтопродуктів.

2.6.1 Класи шкідливості підприємств за санітарними нормами

Згідно з Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів підприємства, їх окремі будівлі та споруди з технологічними процесами, що є джерелами забруднення навколишнього середовища хімічними, фізичними чи біологічними факторами, при неможливості створення безвідходних технологій повинні відокремлюватись від житлової забудови санітарно-захисними зонами (СЗЗ). Розмір санітарно-захисної зони визначають безпосередньо від джерел забруднення атмосферного повітря до межі житлової забудови.

Джерелами забруднення повітря є:

- організовані (зосереджені) викиди через труби і шахти;
- розосереджені – через ліхтарі промислових споруд;

- неорганізовані – відкриті склади та підвали, місця завантаження, місця для збереження промислових відходів.

Для підприємств, що є джерелами забруднення атмосфери промисловими викидами (залежно від потужності, умов здійснення технологічного процесу, кількісного та якісного складу шкідливих виділень тощо), встановлені такі розміри санітарно-захисних зон відповідно до класу шкідливості підприємств:

I клас – 1000 м,

II клас – 500 м,

III клас – 300 м,

IV клас – 100 м,

V клас – 50 м.

До I, II та III класу відносяться в основному підприємства хімічної та металургійної промисловості, деякі підприємства по видобутку руди, виробництву будівельних матеріалів.

До IV класу, поряд з підприємствами хімічної та металургійної промисловості, відносяться підприємства металооброблювальної промисловості з чавунним (в кількості до 10000 тон/рік) та кольоровим (в кількості до 100 тон/рік) литвом, ряд підприємств по виробництву будівельних матеріалів, обробці деревини, багато підприємств текстильної, легкої, харчової промисловості.

До V класу, крім деяких виробництв хімічної та металургійної промисловості, відносяться підприємства металооброблювальної промисловості з термічною обробкою без ливарних процесів, великі друкарні, меблеві фабрики.

Санітарно-захисні зони повинні бути озеленені, адже саме тоді вони повною мірою можуть виконувати роль захисних бар'єрів від виробничого пилу, газів, шуму.

На зовнішній межі санітарно-захисної зони зверненої до житлової забудови, концентрації та рівні шкідливих факторів не повинні перевищувати їх гігієнічні нормативи (ГДК), на межі курортно-рекреаційної зони – 0,8 від значення нормативу. Велике значення з санітарно-гігієнічної точки зору має благоустрій території, що вимагає озеленення, обладнання тротуарів, майданчиків для відпочинку, занять спортом та ін. Озеленені ділянки повинні складати не менше 10...15% загальної площі підприємства. Для збирання та зберігання виробничих відходів потрібно відвести спеціальні ділянки з огороженням та зручним під'їздом.

Розміри санітарно-захисних зон для промислових підприємств та інших об'єктів, що є джерелами виробничих шкідливостей, слід встановлювати відповідно до діючих санітарних норм їх розміщення при підтвердженні достатності розмірів цих зон за розрахунками концентрацій забруднюючих речовин у повітрі, розрахунками рівнів шуму та електромагнітних випромінювань з урахуванням реальної санітарної ситуації (фонового забруднення, особливостей рельєфу, метеорологічних умов, рози вітрів тощо), а також даних лабораторних досліджень щодо аналогічних діючих підприємств

та об'єктів.

У тих випадках, коли розрахунками не підтверджується розмір нормативної санітарно-захисної зони або неможлива її організація в конкретних умовах, необхідно приймати рішення про зміну технології виробництва, що передбачає зниження викидів шкідливих речовин в атмосферу, його перепрофілювання або закриття.

При наявності несприятливих аерологічних умов (часті штилі, тумани) для розсіювання виробничих викидів в атмосфері при відсутності ефективних способів їх очищення та ряду інших факторів санітарно-захисна зона може бути збільшена, але не більше як в 3 рази, при відповідних техніко-економічних і гігієнічних обґрунтуваннях і наявності спільного рішення Міністерства охорони здоров'я і Держбуду України. В кожному конкретному випадку розміри санітарно-захисних зон і можливі відхилення від цих розмірів повинні підтверджуватися розрахунком.

На рис. 2.20 наведений приклад побудови санітарно-захисної зони з корекцією на асиметричну розу вітрів для одиночного (чи зосереджених) джерела викидів забруднювальних речовин.

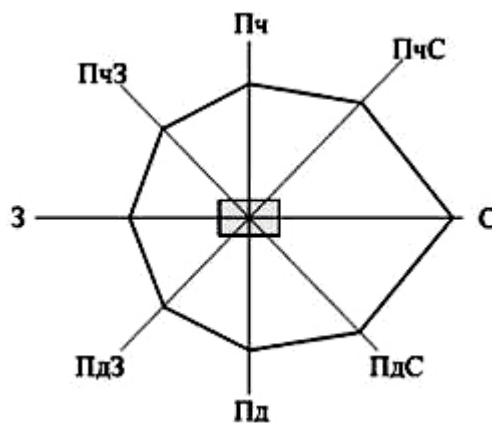


Рисунок 2.20 – Схема санітарно-захисної зони з розмірами, що уточнені в залежності від середньорічної повторюваності вітрів:

Повторюваність, Р %	12	14	18	14	12	10	10
Напрямок вітру	Пч	ПчС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З

Одержаний за розрахунком розмір санітарно-захисної зони l , м, повинен уточнюватися як в сторону збільшення, так і в сторону зменшення залежно від рози вітрів району розташування підприємства за формулою:

$$l = l_0 \cdot \frac{P}{P_0}, \quad (2.146)$$

де l_0 – величина санітарно-захисної зони відповідно ДСП 173-96, чи одержана розрахунком без урахування поправки на розу вітрів, м;

P – середньорічна повторюваність напрямку вітрів румба, що розглядається, %;

P_0 – повторюваність напрямків вітрів одного румба при круговій розі вітрів (при восьмирумбовій розі вітрів $P_0 = 100/8 = 12,5$ %).

Санітарно-захисна зона для підприємств та об'єктів, що проектується з впровадженням нової технології або реконструюються, може бути збільшена при необхідності та належному техніко-економічному й гігієнічному обґрунтуванні, але не більше, ніж в 3 рази у випадках:

- відсутності способів очищення викидів;
- неможливості знизити надходження в навколишнє середовище хімічних речовин, електромагнітних та іонізуючих випромінювань та інших шкідливих факторів до меж, встановлених нормативами;
- при розташуванні житлової забудови, оздоровлювальних та інших прирівняних до них об'єктів з підвітряного боку відносно підприємств у зоні можливого забруднення атмосфери.

Усі джерела забруднення атмосферного повітря можна умовно поділити на дві основні групи:

- організовані джерела основного викиду виробничих газів, твердих і рідких часток (аерозолів) та вентиляційного повітря, що потрапляють у повітря крізь димові труби, шахти вентиляційних систем тощо;
- неорганізовані джерела викиду газів, аерозолів, що потрапляють у повітря крізь нещільності в обладнанні, комунікаціях, від транспорту, різноманітних складів шлаків та відходів на відкритому повітрі тощо.

Кількість викидів шкідливих речовин з неорганізованих джерел враховувати більш складно і частіше за все їх враховують встановленням відповідної фонові концентрації шкідливої речовини у певній місцевості.

Газові викиди промислових підприємств розрізняються за обсягом, складом, шкідливістю. Залежно від якісного складу викидів і шкідливості підприємства, що є джерелами цих забруднень, поділяються на чотири групи:

- 1) мають умовно чисті викиди газів в атмосферу із вмістом шкідливих речовин, що не перевищує санітарно-гігієнічні норми;
- 2) викиди газів в атмосферу, які неприємно пахнуть;
- 3) мають значні викиди газів в атмосферу, які містять нетоксичні чи інертні речовини;
- 4) мають викиди газів в атмосферу, що містять канцерогенні, токсичні чи отруйні речовини.

Кількість викидів шкідливих речовин з організованих джерел обов'язково регламентується – встановленням ліміту викиду кожної речовини з джерела (мг/с або г/с), та встановленням санітарно-захисної зони (СЗЗ) підприємства, яка б гарантувала недосягнення гранично допустимої концентрації шкідливої речовини за її межами за будь-яких погодних умов. Перевірка вірності встановлення ліміту викиду та СЗЗ проводиться розрахунком розсіяння шкідливої речовини і встановлення максимальної її концентрації у приземному шарі повітря.

Найбільша концентрація шкідливих речовин у приземному шарі (мг/м³) при викиді нагрітих газів через трубу визначається:

$$C_m = \frac{A_1 \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{\Delta t \cdot V_1}} \quad (2.147)$$

де A_1 – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери, $^{\circ}\text{C}^{2/3} \cdot \text{мг}$;

M – кількість шкідливої речовини, що викидається в атмосферу, мг/с ;

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі;

m, n – безрозмірні коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду;

η – безрозмірні коефіцієнти, що враховує вплив рельєфу місцевості (в розрахунках прийняти $\eta=1$);

H – ефективна висота викиду газової суміші над рівнем землі, м ;

Δt – різниця між температурою газової суміші, що викидається і температурою навколишнього атмосферного повітря, $^{\circ}\text{C}$;

V_1 – обсяг газової суміші, $\text{м}^3/\text{с}$, що розраховується як:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} w_0, \quad (2.148)$$

де D – діаметр гирла джерела викидів, м ;

w_0 – середня швидкість виходу газової суміші з гирла, м/с .

Значення коефіцієнта A_1 залежить від географічного району. Він становить для України – 160.

Значення безрозмірного коефіцієнту F для газоподібних шкідливих речовин і дрібнодисперсних аерозолів, швидкість упорядкованого осадження яких дорівнює нулю, приймають таким, що дорівнює одиниці.

Безрозмірний коефіцієнт m обчислюється за формулою:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,37\sqrt[3]{f}}, \quad (2.149)$$

де $f = \frac{w_0 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta t} \cdot 10^3$ ($\text{м}/(\text{с}^2 \text{град } \text{C})$). (2.150)

Ефективна висота викиду газової суміші дорівнює:

$$H = h + \Delta h, \quad (2.151)$$

де h – висота труби, м ;

Δh – підвищення висоти потоку газів над трубою, м :

$$\Delta h = \frac{1,9 \cdot D \cdot w_0}{\Phi \cdot v_B} \quad (2.152)$$

де v_B – швидкість повітря на рівні викиду, м/с .

Безрозмірний коефіцієнт w_0 залежить від швидкості повітря на рівні викиду і визначається такими співвідношеннями:

$$\begin{aligned} v_B \leq 0,3 \quad n &= 3; \\ 0,3 < v_B \leq 2 \quad n &= 3 - \sqrt{(v_B - 0,3)(4,36 - v_B)}; \\ v_B > 2 \quad n &= 1 \end{aligned} \quad (2.153)$$

Обчисливши всі необхідні коефіцієнти, що входять у формулу (2.147), розраховують C_T .

Відстань від джерела викиду (X_m), на якій у приземному шарі досягається найбільша концентрація (C_m) шкідливих речовин при заданих умовах, визначається за формулою:

$$X_m = \alpha \cdot H, \quad (2.154)$$

де безрозмірний коефіцієнт α визначають з умов:

$$\begin{aligned} v_B \leq 2 \quad \alpha &= 4,95 \cdot v_B \cdot (1 + 0,28^3 \sqrt{f}); \\ v_B > 2 \quad \alpha &= 7 \cdot \sqrt{v_B} \cdot (1 + 0,28^3 \sqrt{f}). \end{aligned} \quad (2.155)$$

Благоустрій території підприємств (ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій території)

1. Під час проектування благоустрою території підприємств треба керуватися ДБН Б.2.2-12:2019.

2. Територія виробничого підприємства включає такі зони: громадського призначення, виробничу територію з відкритими майданчиками та допоміжними об'єктами виробництв і господарств, гостьові стоянки, зону відпочинку і зону озеленення, в тому числі спортивну зону, а також санітарно-захисну зону.

3. Зони громадського призначення та відпочинку треба максимально ізолювати від виробничої території з відкритими майданчиками та допоміжними об'єктами виробництв і господарств захисними насадженнями, носіями звуко-світло- кольорової інформації, що попереджують про небезпеку, а також – постійними та тимчасовими огороженнями різних видів. Усі об'єкти і приміщення зон громадського призначення та відпочинку повинні бути доступними для маломобільних груп населення згідно з ДБН В.2.2-17.

4. Передзаводську територію – вільний простір зони громадського призначення для проведення громадських заходів виробничого підприємства – розміщують біля адміністративної, основної виробничої будівлі або біля головних прохідних як усередині меж територій виробничого призначення, так і на прилеглих до них територіях населеного пункту. Площу передзаводської території треба визначати з розрахунку від 0,6 га до 0,9 га на 1 тис. працюючих. Під озеленення та розміщення елементів благоустрою треба відводити від 40 %

до 50 % передзаводської території.

5. Озеленення проектується вздовж пішохідних комунікацій (з одного або з двох боків) у вигляді газонів і квітників, рядових посадок дерев і кущів.

6. Озеленення формують у вигляді живописних композицій, що виключають одноманітність і монотонність.

7. Обов'язковий перелік елементів комплексного благоустрою передзаводської території має включати: тверді види покриття, елементи сполучення поверхонь, озеленення, лави, урни, контейнери для збирання побутових відходів, освітлювальне обладнання, носії інформаційного оформлення, обладнання для паркування велосипедів.

Рекомендується передбачати: види покриття у вигляді плиткового мощення, розміщення елементів декоративно-прикладного оформлення, водних пристроїв, обладнання архітектурно-декоративного освітлення. Озеленення майдану проектується як партерне або формують у вигляді скверу, використовуючи кольорове оформлення і мобільні форми озеленення.

8. На передзаводській території розміщують малі архітектурні форми, засоби зовнішньої реклами та інформації.

9. Мінімальну ширину основних пішохідних комунікацій треба приймати 2,25 м, другорядних – 1,5 м, розрахункову ширину – виходячи з потужності пішохідних потоків, але не більше ніж 800 осіб/год на 1 м ширини дороги.

10. Обов'язковий перелік елементів благоустрою на території пішохідних комунікацій має включати: тверді види покриття, елементи сполучення поверхонь, озеленення (в тому числі – мобільне), урни і контейнери для побутових відходів, освітлювальне обладнання.

11. Розміри майданчиків відпочинку треба визначати за нормою від 1 кв.м до 1,2 кв.м на місце (кількість місць – від 10 % до 15 % від працюючих у найбільш численну зміну). Сума відстаней від робочого місця до їдальні та від їдальні до майданчику відпочинку повинна складати не більше ніж 300 м. У разі шумного характеру виробництва треба застосовувати форми тихого відпочинку та спокійні за кольором та формою елементи благоустрою, у разі одноманітного, монотонного характеру виробництва – активні форми відпочинку та різноманітні елементи благоустрою яскравого фарбування.

12. Обов'язковий перелік елементів благоустрою на майданчиках відпочинку має включати: тверді види покриття, елементи сполучення поверхонь, озеленення, лави, столи для ігор, урни, освітлювальне обладнання.

13. Обов'язковий перелік елементів благоустрою на майданчиках для стоянки легкових автомобілів, велосипедів, мотоциклів має включати: тверді види покриття, елементи сполучення поверхонь, обладнання для паркування велосипедів, розмітку, освітлювальне обладнання, урни. Можна влаштовувати огороження.

14. Об'єкти рекреації треба формувати, як правило, у вигляді скверів для короткочасного відпочинку перед зміною або після неї. Сквер треба розміщати на території, максимально захищеній від несприятливих впливів виробничої діяльності.

15. Обов'язковий перелік елементів благоустрою санітарно-захисної зони виробничого підприємства має включати: елементи сполучення озелененої ділянки з прилеглими територіями (бортовий камінь, підпирні стінки тощо), елементи захисту насаджень і ділянок озеленення.

16. Територія підприємств та майданчики для стоянки транспортних засобів треба обладнати пристроями для збирання та відведення стічних вод, що утворюються внаслідок випадання атмосферних опадів та спорудами з їх очищення.

Практичне завдання. Визначити вірність встановлення санітарно-захисної зони (СЗЗ) підприємства, яке викидає у повітря певну речовину, та у разі необхідності розробити рекомендації щодо зменшення викидів шкідливих речовин у повітря (Додаток Б.2). Джерело викиду – труба, розташована у центрі виробничої ділянки радіусом R , висота труби h , діаметр джерела викиду D . Температура газу, що викидається з труби t_r , температура повітря t_p , швидкість повітря на рівні викиду v_v . Кількість шкідливої речовини, що викидається у повітря становить M , об'єм газової суміші V_1 (Таблиця 2.54).

Таблиця 2.54 – Характеристики організованого джерела викиду шкідливої речовини

№ з/п	Речовина	R , м	h , м	Φ	D , мм	t_r , °C	t_p , °C	v_v , м/с	M , г/с	V_1 , м ³ /с	СЗЗ, м	ГДК, мг/м ³
1.	Ксилол	90	40	1,3	450	32	19	2,1	5,3	1,55	200	0,2
2.	Толуол	80	20	1,15	300	25	20	2	5,5	2,25	150	0,6
3.	Бензол	100	100	1,5	400	35	20	2	1,0	1,15	200	0,1
4.	СО	100	40	1,3	400	35	20	2	35	2,25	200	3,0
5.	SO ₂	100	40	1,3	400	35	20	2	5	1,25	250	0,5
6.	NO	100	80	1,46	450	30	17	1,8	3,0	1,15	290	0,06
7.	NO ₂	120	60	1,4	500	25	18	2,3	5,2	0,75	300	0,04
8.	Ксилол	100	60	1,4	400	28	15	2	5,1	1,75	250	0,2
10.	Бензол	90	80	1,46	350	40	25	2,1	1,2	1,3	250	0,1
11.	Ацетон	120	60	1,4	400	30	20	2	5,4	1,75	230	0,35
12.	СО	90	60	1,4	450	35	19	2,3	31	2,15	220	3,0
13.	SO ₂	90	60	1,4	450	30	17	1,9	5,1	1,35	270	0,5
14.	NO	90	80	1,46	350	35	20	2	3,1	1,25	250	0,06
15.	NO ₂	100	80	1,46	450	35	18	2	5,1	1,05	270	0,04
16.	Ксилол	100	80	1,46	450	30	15	2,2	5,4	2,0	270	0,2
17.	Толуол	90	60	1,4	450	30	15	2	6,7	2,35	280	0,6
18.	Бензол	150	60	1,4	400	35	20	2,1	1,38	1,7	260	0,1
19.	Ацетон	140	80	1,46	450	35	19	2,2	5,6	2,1	270	0,35
20.	СО	190	80	1,46	400	30	15	2,1	29	3,1	250	3,0

Методичні рекомендації

Для того, щоб уникнути помилок на будь-якій стадії виконання завдання, доцільно проводити його виконання за наведеним нижче алгоритмом.

Якщо в результаті проведених розрахунків буде встановлено, що $C_m \geq ГДК$ за заданою речовиною, а $X_m \geq (СЗЗ + R)$, то у цьому випадку для покращення

ситуації у районі мешкання людей треба запропонувати заходи щодо зниження забруднення шкідливою речовиною приземного шару повітря.

2.6.2 Вимоги охорони праці до розташування виробничого і офісного обладнання і вимоги охорони праці до організації робочих місць

Більш детальні вимоги щодо охорони праці, зокрема охорони праці офісних працівників, містять Кодекс законів про працю, Закон України «Про охорону праці», а також інші підзаконні нормативно-правові акти. У відповідності до вимог ст. 153 Кодексу законів про працю України та ст. 6 Закону України «Про охорону праці» на всіх підприємствах, в установах, організаціях створюються безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці покладається на власника або уповноважений ним орган. Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. Власник або уповноважений ним орган повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизму, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників.

Ст. 158 Кодексу законів про працю України встановлює обов'язок власника або уповноваженого ним органу вживати заходів щодо полегшення і оздоровлення умов праці працівників шляхом впровадження прогресивних технологій, досягнень науки і техніки, засобів механізації та автоматизації виробництва, вимог ергономіки, позитивного досвіду з охорони праці, зниження та усунення запиленості та загазованості повітря у виробничих приміщеннях, зниження інтенсивності шуму, вібрації, випромінювань тощо. А згідно з ч. 1 ст. 13 Закону України «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

Робочі місця офісних працівників, обладнані персональними комп'ютерами (далі – робочі місця), повинні відповідати «Вимогам щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» (Затверджених Наказом Міністерства соціальної політики України від 14.02.2018 № 207), НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями затверджених Наказом Міністерства соціальної політики 14.02.2018 за № 207. Вимоги поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності, які у своїй діяльності здійснюють роботу, пов'язану з персональними комп'ютерами, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані

персональними комп'ютерами і периферійними пристроями. Зазначені нормативно-правові акти встановлюють санітарно-гігієнічні вимоги до приміщення, в якому розташоване робоче місце, власне до робочого місця, освітлення, рівнів вібрації і шуму, мікроклімату в приміщенні тощо.

Приміщення

Будівлі та приміщення, де розміщені робочі місця, повинні відповідати вимогам нормативно-технічної та експлуатаційної документації виробника персональних комп'ютерів ДСанПіН 3.3.2-007-98 та Правил. Будівлі та приміщення, де розміщені робочі місця операторів, мають бути не нижче другого ступеня вогнестійкості. Для всіх будівель і приміщень, де знаходяться робочі місця, повинно бути визначено клас зони згідно з НПАОП 40.1-1.01-97. Відповідне позначення повинно бути нанесено на вхідних дверях кожного приміщення. Не дозволяється розташування приміщень з робочими місцями у підвалах і цокольних поверхах. Неприпустимим є розташування приміщень категорій А і Б, а також виробництв з мокрими технологічними процесами поряд з приміщеннями, де розташовуються робочі місця, а також над ними чи під ними. При цьому площа приміщення має бути не менше 6,0 кв. м. із розрахунку на одне робоче місце, а об'єм – не менше 20,0 куб. м.

Віконні прорізи приміщень для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки. Для внутрішнього оздоблення приміщень з персональними комп'ютерами слід використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі 0,7-0,8, для стін 0,5-0,6. Покриття підлоги повинне бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5. Поверхня підлоги має бути рівною, неслизькою, з антистатичними властивостями. Забороняється для оздоблення інтер'єру приміщень з персональними комп'ютерами застосовувати полімерні матеріали (деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. Полімерні матеріали для внутрішнього оздоблення приміщень з персональними комп'ютерами можуть бути використані при наявності дозволу органів та установ державної санітарно-епідеміологічної служби. Приміщення можуть обладнуватись шафами для зберігання документів, магнітних дисків, полицями, стелажми, тумбами тощо з урахуванням вимог до площі приміщень.

У приміщеннях з джерелами шкідливих виробничих факторів робочі місця операторів мають розміщуватися в ізольованих кабінах, які обладнані повітрообміном.

Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу. Приміщення, де розміщені робочі місця, мають бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації і вогнегасниками відповідно до вимог чинного законодавства України. Проходи до засобів пожежогасіння мають бути вільними.

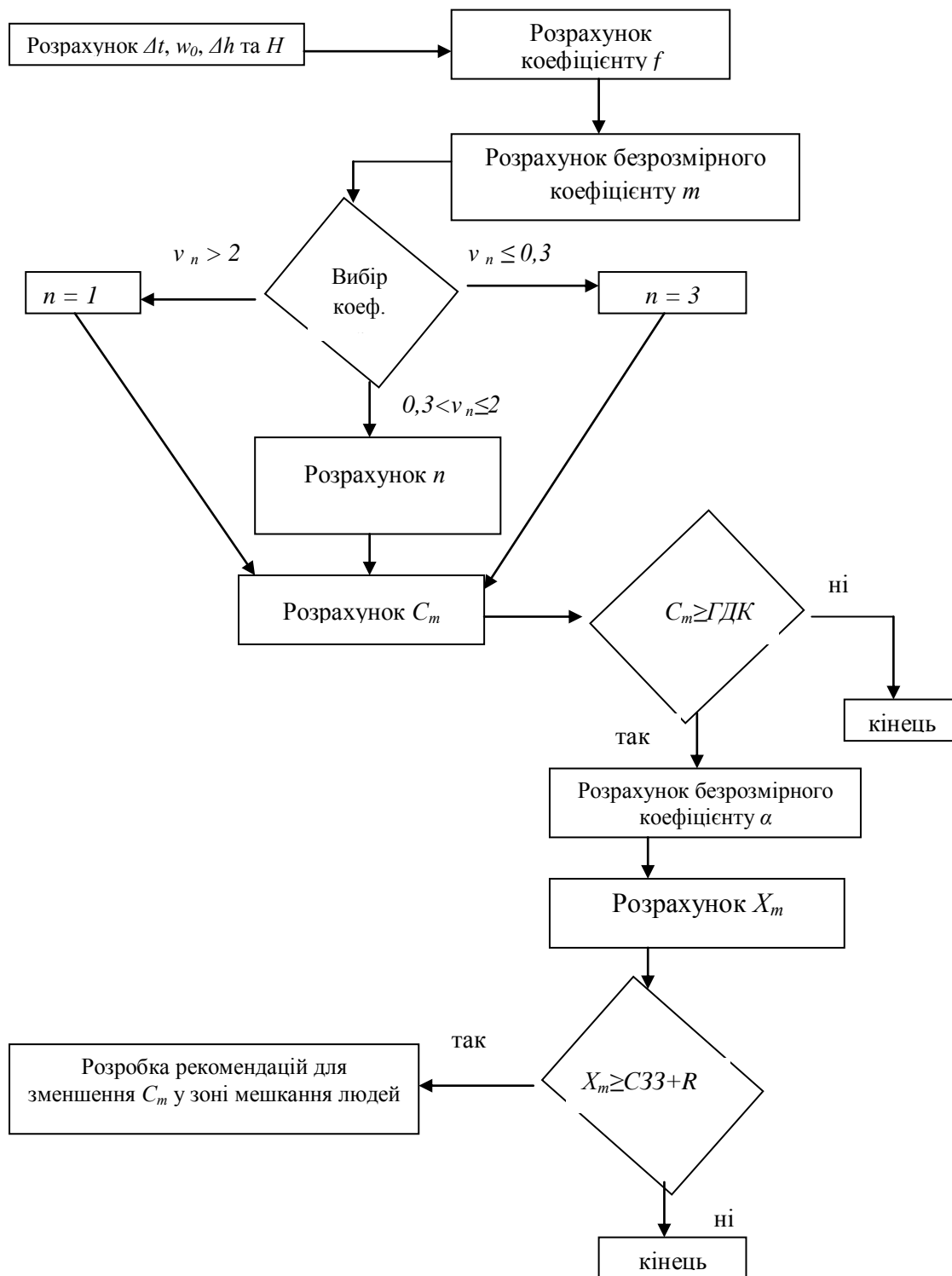


Рисунок 2.21 – Алгоритм розрахунку розсіювання викидів забруднюючих речовин у повітря з організованих джерел підприємства

У приміщеннях, в яких розташовані робочі місця, слід щоденно робити вологе прибирання. Крім того, ці приміщення мають бути оснащені аптечками першої медичної допомоги, а при них мають бути обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження.

Організація та обладнання робочого місця

При розміщенні робочих столів з персональними комп'ютерами слід дотримувати:

відстань між бічними поверхнями персональних комп'ютерів 1,2 м;

відстань від тильної поверхні одного персонального комп'ютера до екрана іншого – 2,5 м.

За потреби особливої концентрації уваги під час виконання робіт суміжні робочі місця операторів необхідно відділяти одне від одного перегородками висотою 1,5 – 2 м.

Конструкція робочого місця користувача персонального комп'ютера має забезпечити підтримання оптимальної робочої пози офісного працівника. Конструкція робочого столу має відповідати сучасним вимогам ергономіки і забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів. Висота робочої поверхні робочого столу має регулюватися в межах 680-800 мм, а ширина і глибина – забезпечувати можливість виконання операцій у зоні досяжності моторного поля (рекомендовані розміри: 600-1400мм, глибина – 800-1000мм).

Робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600мм, завширшки не менше ніж 500мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450мм, на рівні простягнутої ноги не менше ніж 650мм. Робочий стілець має бути підйомно-поворотним, регульованим за висотою, з кутом і нахилу сидіння та спинки і за відстанню від спинки до переднього краю сидіння поверхня сидіння має бути плоскою, передній край – заокругленим. Регулювання за кожним із параметрів має здійснюватися незалежно, легко і надійно фіксуватися. Крок регулювання елементів стільця має становити: для лінійних розмірів – 15-20мм, для кутових – 2-5 градусів. Зусилля регулювання має не перевищувати 20Н. Висота поверхні сидіння має регулюватися в межах 400-500мм, а ширина і глибина становити не менше ніж 400мм. Кут нахилу сидіння – до 15 градусів вперед і до 5 градусів назад. Висота спинки стільця має становити (300±20) мм, ширина – не менше ніж 380 мм, радіус кривизни горизонтальної площини – 400мм. Кут нахилу спинки має регулюватися в межах 1-30 градусів від вертикального положення. Відстань від спинки до переднього краю сидіння має регулюватися в межах 260-400мм. Для зниження статичного напруження м'язів верхніх кінцівок слід використовувати стаціонарні або змінні підлокітники завдовжки не менше ніж 250мм, завширшки 50-70мм, що регулюються за висотою над сидінням у межах 230-260мм і відстанню між підлокітниками в межах 350-500мм. Поверхня сидіння і спинки стільця має бути напівм'якою з нековзним, повітронепроникним покриттям, що легко чиститься і не електризується. Робоче місце має бути обладнане підставкою для ніг завширшки не менше ніж 300мм, завглибшки не менше ніж 400мм, що регулюється за висотою в межах до 150мм і за кутом нахилу опорної поверхні підставки до 20 градусів. Підставка повинна мати рифлену поверхню і бортик по передньому краю заввишки 10мм.

Робочі місця слід розташовувати відносно світових прорізів так, щоб

природне світло падало переважно з лівого боку. Монітор має розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600-700мм, але не ближче ніж за 600мм з урахуванням розміру літерно-цифрових знаків і символів. Розташування екрана монітору має забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом +30 градусів до нормальної лінії погляду працівника. Клавіатуру слід розташовувати на поверхні столу на відстані 100-300 мм від краю, звернутого до працюючого. Висота середнього рядка клавіш має не перевищувати 30мм. Поверхня клавіатури має бути матовою з коефіцієнтом відбиття 0,4. Розташування пристрою введення – виведення інформації має забезпечувати добру видимість монітору, зручність ручного керування в зоні досяжності моторного поля і за висотою – 900-1300мм, за шириною 400-500мм. Під матричні принтери потрібно підкладати вібраційні килимки для гасіння вібрації та шуму. Робоче місце з персональним комп'ютером слід обладнати пюпітром для документів, що легко переміщуються. Для забезпечення захисту і досягнення нормованих рівнів комп'ютерних випромінювань необхідно застосування приєкранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, що пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і мають щорічний гігієнічний сертифікат.

Вимоги до планування та обладнання робочих місць

Збалансування робочих місць з трудовими ресурсами досягається шляхом приведення відповідно до реальної потреби (з урахуванням кількості робочих місць) та можливостей її забезпечення за рахунок підвищення ефективності використання основних виробничих фондів і скорочення чисельності працюючих на діючих підприємствах, в організаціях та установах.

У комплексі заходів, що забезпечують ефективність праці в сфері управління, важлива роль відводиться раціоналізації робочих місць і створенню сприятливих умов праці. Від них залежить працездатність персоналу і продуктивність праці, ступінь використання потенціалу, збереження здоров'я і тривалості життя працівників управлінської праці.

Одним з важливих питань організації робочих місць є раціональне їх планування. Під плануванням робочого місця мається на увазі раціональне просторове розміщення всіх матеріальних елементів виробництва: устаткування, технологічного й організаційного оснащення, інвентарю, що забезпечують ощадливе використання виробничої площі, високопродуктивну і безпечну працю робітника.

Розрізняють *зовнішнє* і *внутрішнє* планування робочих місць.

Внутрішнє планування розподіляється на дві зони: зону праці (безпосередньо робоче місце) і зону підходу (стелажі, шухляди, шафи тощо).

Зовнішнє планування – розміщення робочого місця відносно інших робочих місць – визначається характером і кількістю його оснащення, характером виконуваних робіт. Крім того, до комплектації робочого місця входять предмети догляду за ним, засоби індивідуального захисту.

Таким чином, *організація робочого місця* – це створення певного комплексу організаційно-технічних умов для високопродуктивної та безпечної праці з урахуванням його місця в технологічному процесі, виконання умов планування і оснащення всіма необхідними засобами і предметами праці відповідно до проекту організації робочих місць і трудового процесу.

Зовнішнє планування є доцільним розміщенням на робочому місці основного і допоміжного устаткування, інвентарю й організаційного оснащення. Проектується спеціально з урахуванням робочого і допоміжного простору (зони).

Робоча зона – це ділянка тривимірного простору, обмежена межами досяжності рук робітника в горизонтальній і вертикальній площинах з урахуванням повороту його корпусу на 180° і переміщення на один-два кроки. Тут розміщуються знаряддя і предмети праці, постійно використовувані в роботі. Інша площа робочого місця – допоміжний простір, у якому розміщені рідко використовувані предмети, елементи інтер'єра тощо.

Основні вимоги до раціонального зовнішнього планування:

- забезпечення мінімальних траєкторій переміщення предметів праці у вертикальній і горизонтальній площинах;
- скорочення зайвих трудових рухів;
- зменшення до мінімуму кількості нахилів і поворотів корпусу робітника;
- ощадливе використання виробничої площі.

Внутрішнє планування має забезпечувати зручну робочу позу, короткі рухи, що не втомлюють працівника, й рівномірне та, по можливості, одночасне виконання рухів двома руками. Проектується таке розташування з урахуванням зон досяжності рук працівника, що являють собою ділянку тривимірного простору, обмежену траєкторіями руху рук у горизонтальній і вертикальній площинах.

На ефективність управлінської праці впливає оснащення робочих місць технічними засобами для виконання різних управлінських робіт, засобами зв'язку і службовими меблями.

Удосконалення організації й обслуговування робочих місць охоплює:

- раціональне планування робочих місць;
- забезпечення їх технологічним і організаційним оснащенням, іншим устаткуванням, що відповідає антропометричним і фізіологічним даним людини та її естетичному сприйняттю оточення;
- впровадження систем регламентованого обслуговування, що забезпечує своєчасне налагодження та ремонт оргтехніки, обладнання, доставку матеріалів відповідно до встановлених графіків, завдань та технології виконання функцій.

Вимоги щодо забезпечення економії часу працівників апарату управління на пошук засобів праці і скорочення фізичних зусиль в процесі роботи:

- у більшості працівників на робочій поверхні столу немає нічого зайвого;
- майже кожний предмет і засіб праці має своє місце, оскільки хаотичне розміщення їх викликає зайві рухи і витрати часу;
- канцелярське приладдя (олівці, ручки, лінійки тощо) зберігаються в

ящику столу зі спеціальними розділами;

- засоби комунікаційної техніки (телефон тощо) розміщуються зліва, це необхідно для вивільнення під час розмови правої руки для роботи;

- документи і засоби розміщені так, щоб забезпечувалася найкраща послідовність виконання роботи.

В основу розміщення службових приміщень покладені такі принципи:

- спочатку розміщуються такі структурні підрозділи (керівництво, економічний і торговий підрозділи, відділ організації торгівлі, відділ кадрів і бухгалтерія);

- відділи і співробітники, які найчастіше підтримують між собою зв'язок по роботі, мають бути розміщені поблизу один від одного;

- відділи, пов'язані з прийомом відвідувачів, доцільно розміщувати біля входу;

- відділи, де зосереджені обчислювальна техніка, факси, ксерокси та інше устаткування, повинні розміщуватися у місцях, ізольованих від інших службових приміщень;

- розміщення працівників проводиться з урахуванням забезпечення приміщенням для кожного структурного підрозділу (одна кімната на 5-6 осіб);

- забезпечення кожного співробітника площею згідно з діючими нормами (від 3,25 до 5 кв. м);

- площа кабінетів має бути не меншою 8 кв. м і не більшою 54 кв. м. Приймальний при кабінетах – мати службову площу не менше 8 кв. м і не більше 24 кв. м;

- при розміщенні меблів у службових приміщеннях, а також влаштування скляних перегородок слід дотримуватися встановлених нормативів: ширина проходу для однієї людини становити 55-60 см, для двох осіб – 70-80 см, для трьох - 100 см. Відстань між стіною і робочим місцем – 140 см, відстань від робочого місця до шафи або стелажа – 180 см;

- для управлінських працівників встановлено такі норми площі: для керівника установи – 22-55 м², для керівника великого структурного підрозділу – 12-35 м², для менеджера відділу – 8-24 м²;

- для керівника несамостійного структурного підрозділу кабінет не передбачається і його робоче місце розміщується у загальній кімнаті;

- робочі місця спеціалістів обладнуються у приміщенні, ізольованому легкими розбірними перегородками, оснащуються оргтехнікою, засобами зв'язку, ПЕОМ, календарем тощо. Обладнання робочих місць технічних працівників залежить від того, які технічні засоби вони використовують.

- ефективність роботи апарату управління залежить від забезпеченості працівників відповідними інформаційними, нормативними і довідковими матеріалами, літературою, документацією тощо. Тому необхідно регламентувати обсяг і зміст інформації, яка має надходити до конкретного виконавця. Крім того, треба визначити час та в якому вигляді і якими засобами вона повинна має передаватися.

Раціональна організація робочих місць службовців передбачає:

- вибір меблів та обладнання з урахуванням антропометричних показників;
- забезпечення зручного положення корпусу працівника для меншої втомлюваності, гарного зорового сприйняття, свободи рухів тощо;
- обладнання робочого місця відповідним оснащенням та засобами механізації й автоматизації робіт;
- раціональне планування і компоновку меблів, обладнання та оснащення;
- створення сприятливих санітарно-гігієнічних і естетичних умов праці.

До організаційного оснащення входять:

- предмети, які необхідні працівнику для забезпечення зручної робочої пози, а також для укладання та зберігання пристроїв, документів, довідників, засобів оргтехніки, інструментів, заготовок, деталей, допоміжних матеріалів;
- засоби освітлення, сигналізації та зв'язку;
- допоміжні пристрої для догляду за обладнанням, прибирання робочого місця тощо;
- предмети виробничого інтер'єру.

Вимоги до конструкції та габаритів організаційного оснащення визначаються:

- характером і видом робіт, що виконуються на робочому місці;
- особливостями організації виробництва та управління (методами роботи, змінністю роботи, спеціалізацією робочих місць, специфікою та кількістю автоматизованих робочих місць (АРМ) менеджерів та інженерно-технічних працівників);
- складом та кількістю пристроїв, інструменту та інших засобів, необхідних для даного робочого місця;
- асортиментом і характером опрацьовуваної інформації, оброблюваних деталей, напівфабрикатів, інших матеріалів;
- факторами, що характеризують зв'язки працівника з організаційним оснащенням (робочою зоною, позою при роботі, обсягами та характером інформаційних комунікацій тощо).

При виборі оснащення для робочого місця, в ому числі АРМ фахівців та керівників, необхідно враховувати:

- найбільш повну відповідність оснащення його функціональному призначенню;
- економічність використання виробничого майданчика та службових приміщень;
- відповідність конструкційних характеристик і габаритів організаційного оснащення ергономічним вимогам з урахуванням антропометричних показників та психофізіологічних властивостей користувача робочого місця;
- міцність та стійкість конструкції;
- дотримання вимог технічної естетики і відповідність загальному інтер'єру робочого місця;
- дотримання правил техніки безпеки та охорони праці.

Дуже важливою умовою ефективного користування робочим місцем є

правильне його освітлення.

Вимоги, що висувуються до робочих меблів пов'язані зі зручністю виконання роботи та зменшення втомлюваності; цьому сприяє їх правильний вибір, оскільки конструкція меблів повинна враховувати положення виконавця на робочому місці, його робочу позу, робочу зону і навантаження, які він несе. Пристосування для підтримання пози при роботі сидячи це крісла, стільці, табурети, відкидні сидіння (в т.ч. настінні), сидіння-опори. Вибір типу робочих сидінь визначається характером праці виконавця.

Планування робочих місць – це найбільш раціональне просторове розміщення матеріальних елементів виробництва, конструювання та управління – обладнання, технологічного та організаційного оснащення, засобів обчислювальної техніки та телекомунікації, сигнального зв'язку, предметів праці та самого користувача робочого місця. При плануванні необхідно правильно визначити площу робочого місця, його просторове розташування, при цьому врахувати необхідність найбільш економного використання виробничих та офісних площ. Разом з тим, площа робочого місця має бути достатньою для розміщення обладнання та інших предметів праці щоб створювати для робітника необхідні умови для продуктивної та безпечної для здоров'я праці. За існуючими нормативами на кожного працюючого має виділятися не менше 4,5 кв. м виробничої (офісної) площі і не менше 15 куб. м обсягу виробничої (офісної) площі.

Робоче місце поділяється на робочу (оперативну) зону і допоміжний простір. *Робоча зона* – це ділянка тримірного простору, обмежена зоною досяжності у горизонтальній та вертикальній площинах з урахуванням повороту робітника на 180° та переміщення його вправо і вліво на один-три кроки. У цій зоні розміщуються знаряддя праці, які постійно використовуються у роботі. Окрема площа складає допоміжну зону, де розташовуються предмети, які використовуються рідше. Простір, обмежений уявною дугою, окресленою кінчиками пальців повністю витягнутої руки при її обертанні у плечовому суглобі, називається зоною максимальної досяжності в горизонтальній та вертикальній площинах відповідно.

Простір, обмежений уявною дугою, окресленою пальцями руки повністю витягнутої руки в горизонтальній та вертикальній площинах відповідно при її обертанні у ліктьовому суглобі (при опущеному плечі), вважається оптимальною зоною досяжності.

Зони досяжності визначаються для різних фіксованих робочих положень (сидячи, стоячи) і поз. При їх визначенні треба орієнтуватися на людину невеликого зросту в одязі та взутті. Розташування основного та допоміжного обладнання має забезпечувати вільний доступ до зон, що потребують профілактичного огляду та ремонту, а також зручне та безпечне переміщення людей.

Планування робочого місця має забезпечувати добрі умови огляду, що виключає велике зорове навантаження. Кут миттєвого зору в робочій зоні складає 18°, кут ефективного бачення в робочій зоні – 30°, кут зони огляду при фіксованому положенні голови по горизонталі складає 120° (за рахунок бокового зору), по вертикалі – 86° (39° – угору та 47° – униз). При обертанні

голови кут зони огляду складає по горизонталі 120° , по вертикалі – $125-135^\circ$. Слід мати на увазі, що поворот голови, який не викликає надмірних навантажень, складає $30-40^\circ$ і що рух очей швидший і менш стомлюючий, а розміри і пропорції предметів оцінюються точніше у горизонтальній, ніж у вертикальній. Необхідно враховувати також, що межі сприйняття окремих кольорів різні: жовтий колір розрізняється у межах 120° по горизонталі та 95° по вертикалі, синій - відповідно, у межах 100° і 80° , червоний і зелений – 60° і 40° .

Вимоги безпеки до робочих місць працівників з екранними пристроями

Забороняється розташовувати приміщення, призначені для роботи з відеодисплейними терміналами (ВДТ), у підвалах і цокольних поверхах. Забороняється також розташовувати виробничі приміщення категорій А, Б та виробництв з мокрими технологічними процесами поряд з приміщеннями, де розташовуються комп'ютери, а також над такими приміщеннями або під ними. Крім того, виробничі приміщення для роботи з ВДТ не повинні межувати з приміщеннями, в яких рівень шуму і вібрації перевищує допустимі норми.

Робота за ПЕОМ супроводжується акустичним шумом, включаючи ультразвук.

Допустима інтенсивність шуму на робочих місцях з ЕОМ має відповідати вимогам: оптимальна – до 45 дБ, гранична – до 60 дБ.

Відповідно до ДСанПіН 3.3.2-007-98 у виробничих приміщеннях і на робочих місцях операторів мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату, відносної вологості й рухливості повітря.

Розміщення комп'ютеризованих робочих місць у приміщенні планують з дотриманням таких вимог:

- робочі місця з ВДТ розміщуються на відстані не менше 1 м від стіни зі світловими прорізами;
- відстань між бічними поверхнями ВДТ має бути не менше 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не повинна бути меншою 2,5 м;
- прохід між рядами робочих місць має бути не менш 1 м.

Рекомендовані розміри столу для робочого місця з ВДТ становлять: висота – 725 мм, ширина – 600-1400 мм, глибина – 800-1000 мм. Найкраще розмістити робочі столи з комп'ютерними рядами вздовж стіни з вікнами.

Приклад. Визначити, скільки комп'ютеризованих робочих місць, оснащених ВДТ, можна встановити у приміщенні категорії В на другому поверсі. Скласти план розташування комп'ютерів відповідно до встановлених норм і правил. Вихідні дані: ширина приміщення (a) – 4,5 м; довжина приміщення (b) – 7,0 м; висота приміщення (h) – 3,5 м.

Розв'язання

1. Насамперед слід проаналізувати, чи підходить приміщення для розміщення робочих місць, оснащених ВДТ.

Відповідно до «Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» (Затверджених Наказом Міністерства соціальної політики України від 14.02.2018 № 207) вибране приміщення відповідає вимогам.

3. Перед визначенням кількості робочих місць, які можна розмістити у приміщенні, слід визначити його площу:

$$S = a \cdot b = 4,5 \cdot 7 = 31,5 \text{ м}^2.$$

Оскільки площа, на якій розташовується одне робоче місце з ВДТ, повинна становити 6 м^2 , то у приміщенні можна розмістити що найбільше п'ять комп'ютеризованих робочих місць.

3. Перевіряємо, чи відповідає це число нормативу щодо мінімального об'єму приміщення на одне робоче місце з ВДТ ($V = 20 \text{ м}^3$).

Об'єм приміщення становить $110,25 \text{ м}^3$.

Отже, об'єм, що припадає на одне робоче місце з ВДТ, – $22,05 \text{ м}^3$.

Норматив щодо об'єму приміщення на одне робоче місце з ВДТ виконується.

Накреслимо схему розміщення комп'ютеризованих робочих місць у приміщенні із врахуванням наступних вимог:

- робочі місця з ВДТ розміщуються на відстані не менше 1 м від стіни зі світловими прорізами;
- відстань між бічними поверхнями ВДТ має бути не менше за 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не повинна бути меншою за 2,5 м;
- прохід між рядами робочих місць має бути не меншим ніж 1 м.

Найкраще розмістити комп'ютеризовані робочі місця рядами вздовж стіни з вікнами. Це дасть змогу виключити дзеркальне відбиття на екрані ВДТ джерел природного світла та їх потрапляння у поле зору операторів, що погіршує умови їх зорової роботи. Але треба при цьому брати до уваги ширину приміщення, при достатньому її значенні можливе розташування комп'ютеризованих робочих місць, окрім зазначеного вище, і посередині приміщення з метою оптимального використання його площі.

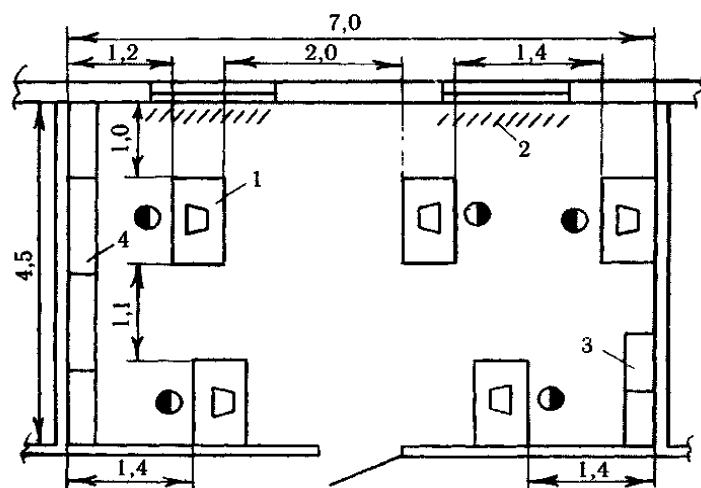


Рисунок 2.22 – План виробничого приміщення з комп'ютеризованими робочими місцями (приклад): 1 – комп'ютеризоване робоче місце з ВДТ, 2 – сонцезахисні жалюзі; 3 – шафи для зберігання дискет та програмного забезпечення, 4 – шафи для зберігання документації та фахової літератури

Практичне завдання. Визначити, скільки комп'ютеризованих робочих місць, оснащених ВДТ, можна встановити у приміщенні завданих розмірів. Скласти план розташування комп'ютерів відповідно до встановлених норм і правил (таблиця 2.54).

Таблиця 2.54 – Варіанти вихідних даних

№	Характеристика приміщення			Поверх, категорія приміщення	Рівень шуму, дБ	Відносна вологість, %
	Висота <i>h</i> , м	Довжина <i>a</i> , м	Ширина <i>b</i> , м			
1	5	7	4,5	Другий, В	40	50
2	3,5	4,5	7	Перший, Г	45	40
3	7	15	7	Другий, В	60	40
4	2,5	3	2	Третій, Г	45	45
5	4	9	5,5	Третій, Г	45	45
6	3	12	12	Другий, Д	40	43
7	12	3	12	Другий, Д	40	55
8	4,5	8	12	Третій, К	46	60
9	2,5	18	7	Другий, Г	35	40
10	3,5	16	10	Третій, Г	40	40
11	6	23	15	Третій, Д	50	35
12	2,5	18	20	Перший, Г	60	32
13	4	10	16	Третій, Д	40	45
14	5	12	6,5	Третій, Д	60	65
15	10	20,5	12,75	Другий, Г	45	50
16	3,5	9	12	Перший, Г	30	42
17	4,5	17	12	Другий, А	50	45
18	3	18	15	Перший, Г	60	65
19	5	10	5	Третій, К	45	46
20	7	12	7	Перший, Д	30	67

3 ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ БЕЗПЕКИ

3.1 Загальні вимоги безпеки виробничого устаткування та процесів

Безпека праці на виробництві охоплює такі три складники:

- безпеку виробничого обладнання;
- безпеку технологічних процесів;
- безпеку виконання робіт.

Безпека виробничого обладнання (за винятком обладнання, що є джерелом іонізуючих випромінювань) регламентується «Вимогами безпеки та захисту здоров'я під час використання виробничого обладнання працівниками» (затвердженими наказом Мінсоцполітики України від 28.12.2017 № 2072).

Безпеку виробничого обладнання забезпечують такими методами:

- добором принципів дії, джерел енергії та параметрів робочих процесів;
- мінімізацією кількості енергії, що споживається чи накопичується;
- застосуванням вмонтованих у конструкцію засобів захисту та інформації про можливі небезпечні ситуації;
- застосуванням засобів автоматизації, дистанційного керування та контролю;
- дотриманням ергономічних вимог, обмеженням фізичних і нервово-психологічних навантажень на працівників.

Виробниче обладнання під час роботи, самостійно чи у складі технологічних комплексів повинно відповідати вимогам безпеки впродовж усього періоду експлуатації. Матеріали конструкції виробничого обладнання не повинні зумовлювати утворення небезпечних чи шкідливих факторів щодо дії на організм працівників, а навантаження, що виникають під час роботи в окремих елементах обладнання, не повинні сягати небезпечних величин. У разі неможливості реалізації останньої вимоги у конструкції обладнання необхідно передбачити спеціальні засоби захисту (огороження, блокування та ін.).

Небезпечні зони виробничого обладнання (рухомі вузли, елементи з високою температурою тощо), як потенційні джерела травмонебезпеки, повинні бути огорожені, теплоізовані або розміщені у недосяжних місцях.

Допоміжні пристрої (затискачі, вантажозахоплювальні та вантажопідіймальні пристрої) повинні унеможливити виникнення небезпеки під час раптового вимкнення енергії, а також самовільну зміну стану цих пристроїв після відновлення енергоживлення.

Виробниче обладнання повинно бути пожежовибухобезпечним у передбачених умовах експлуатації та не накопичувати зарядів статичної електрики у небезпечних для працівників кількостях.

Виробниче обладнання, робота якого супроводжується виділенням шкідливих речовин чи організмів або пожежо- та вибухонебезпечних речовин, повинно включати вмонтовані пристрої для локалізації цих виділень. За відсутності таких пристроїв у конструкції обладнання мають бути передбачені місця для підключення автономних пристроїв локалізації виділень.

Якщо виробниче обладнання є джерелом шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації, виробничих випромінювань (електромагнітних, лазерних тощо), то його треба виконувати таким чином, щоб параметри перелічених шкідливих виробничих факторів не перевищували меж, встановлених відповідними чинними нормативами.

Виробниче обладнання повинно бути забезпечене місцевим освітленням, виконаним відповідно до вимог чинних нормативів, якщо його відсутність може спричинювати перевантаження органів зору або інші небезпеки, пов'язані з експлуатацією цього обладнання.

Одна із складників безпеки виробничого обладнання – конструкція робочого місця, його розміри, взаємне розміщення органів управління, засобів відображення інформації, допоміжного обладнання тощо. Розробляючи конструкції робочого місця потрібно дотримуватися вимог чинних нормативів. Розміри робочого місця і його елементів мають забезпечувати виконання операцій у зручних робочих позах і не ускладнювати рухи працівників. Перевагу варто віддавати виконанню робочих операцій у сидячому положенні або почерговій зміні положень сидячи і стоячи, якщо виконання робіт не потребує постійного переміщення працівника. Конструкція крісла і підставки для ніг повинна відповідати ергономічним вимогам.

Система управління виробничим обладнанням має забезпечувати надійне і безпечне його функціонування на всіх режимах роботи, а також у разі зовнішніх впливів. На робочих місцях повинні бути написи, схеми та інші засоби інформації щодо послідовності керуючих дій. Конструкція і розміщення засобів попередження про небезпечні ситуації повинні забезпечувати безпомилкове, достовірне і швидке сприйняття цієї інформації.

Центральний пульт управління технологічним комплексом обладнується сигналізацією, мнемосхемою або іншими засобами відображення інформації про порушення нормального режиму функціонування кожної одиниці виробничого обладнання, засобами аварійної зупинки всього комплексу або окремих його одиниць, якщо це не призведе до подальшого розвитку аварійної ситуації. Пуск виробничого обладнання в роботу, а також повторний пуск після його зупинки, незалежно від причини, має бути можливим тільки через маніпулювання органами управління пуском. Органи аварійної зупинки після спрацювання повинні залишатися у положенні зупинки до їх повернення у вихідне положення обслуговуючими працівниками. Повернення органів аварійної зупинки у вихідне положення не повинно призводити до пуску обладнання.

Засоби захисту, що входять у конструкцію виробничого обладнання, повинні:

- забезпечувати можливість контролю їх функціонування; виконувати своє призначення безперервно у процесі роботи обладнання;
- діяти до повної нормалізації відповідного небезпечного чи шкідливого фактора, що спричинив спрацювання захисту;
- зберігати функціонування у випадку виходу з ладу інших засобів

захисту.

За необхідності включення засобів захисту до початку роботи виробничого обладнання схемою управління повинні передбачатися відповідні блокування.

Виробниче обладнання, під час монтажу, ремонту, транспортування та зберігання якого застосовуються вантажопідіймальні засоби, повинно мати відповідні конструктивні елементи або позначені місця для приєднання вантажозахоплювальних пристроїв із зазначенням маси обладнання. Обладнання, переміщення якого передбачено вручну, повинно мати відповідні елементи або форму для захоплення рукою.

Безпека виробничих процесів регламентується НПАОП 0.00-7.14-17, який визначає загальні вимоги безпеки до виробничих процесів.

Безпека виробничого процесу визначається передусім урахуванням вимог безпеки до конкретного обладнання на етапі розробки проекту, випуску та випробуваннях випробного зразка та передачі його у серійне виробництво. Основні вимоги безпеки до технологічних процесів:

- усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що можуть бути вірогідними чинниками небезпек;
- заміна технологічних процесів та операцій, пов'язаних з виникненням небезпечних і шкідливих виробничих факторів, процесами і операціями, за яких ці фактори відсутні або характеризуються меншою інтенсивністю;
- комплексна механізація та автоматизація виробництва, застосування дистанційного керування технологічними процесами та операціями за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів;
- герметизація обладнання;
- застосування засобів колективного захисту працівників;
- раціональна організація праці та відпочинку задля профілактики монотонності праці, гіподинамії, а також обмеження важкості праці;
- своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях (системи отримання цієї інформації потрібно виконувати за принципом пристроїв автоматичної дії з виведенням на системи попереджувальної сигналізації);
- впровадження систем контролю та керування технологічним процесом, що забезпечують захист працівників та аварійне відключення виробничого обладнання;
- своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- забезпечення пожежної і вибухової безпеки.

Безпека виконання робіт включає застосування раціональних методів технології та організацію виробництва. Зокрема велику роль відіграє зміст праці, форма побудови трудових процесів, ступінь спеціалізації працівників, вибір режимів праці та відпочинку, дисципліна праці, психологічний клімат у колективі, організація санітарного та побутового забезпечення праці.

У формуванні безпечних умов праці також велике значення має врахування медичних протипоказань до використання працівників в окремих технологічних процесах, а також навчання та інструктажі з безпечних методів проведення робіт.

До осіб, допущених до участі у виробничому процесі, висувають вимоги щодо відповідності їх фізичних, психофізичних і, в окремих випадках, антропометричних даних характеру роботи. Перевірка стану здоров'я працівників має проводитися і перед допуском їх до роботи, і періодично у процесі роботи згідно з чинними нормативами. Періодичність контролю стану їх здоров'я визначають залежно від небезпечних і шкідливих факторів виробничого процесу у порядку, встановленому Міністерством охорони здоров'я.

Особи, яких допускають до участі у виробничому процесі, повинні мати професійну підготовку (у тому числі і з безпеки праці), що відповідає характеру робіт. Навчання працівників щодо охорони праці проводять на усіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру та ступеня небезпеки виробництва відповідно до Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05).

Основними напрямками забезпечення праці має бути комплексна механізація й автоматизація виробництва, що є передумовою докорінного поліпшення умов праці, зростання продуктивності праці та якості продукції, сприяє ліквідації відмінності між розумовою і фізичною працею. Однак за автоматизації необхідно враховувати психічні та фізіологічні чинники, тобто узгоджувати функції автоматичних пристроїв з діяльністю людини-оператора. Зокрема необхідно враховувати антропометричні дані останньої та її можливості до сприйняття інформації.

У автоматизованому виробництві необхідне також суворе виконання вимог безпеки під час ремонту й налагодження автоматичних машин і систем. Один із перспективних напрямів комплексної автоматизації виробничих процесів – використання промислових роботів. У цьому разі між людиною та машиною (технологічним обладнанням) з'являється проміжна ланка – промисловий робот, і система набуває такої структури: людина – промисловий робот – машина. Тобто людину виводять із сфери постійного безпосереднього контакту з виробничим обладнанням.

3.1.1 Безпека під час експлуатації систем під тиском і кріогенної техніки

На підприємствах різних галузей промисловості широко застосовуються системи, що працюють під тиском. До таких систем належать: парові та водогрійні котли; компресори та повітрязбірники (ресивери); трубопроводи для стисненого повітря, газу та пари; балони та цистерни для транспортування і зберігання зріджених, стиснених і розчинених газів, а також інші посудини, що працюють під тиском.

Використання енергії стисненого повітря, водяної пари, а також різних

газів та рідин дозволяє вдосконалити технологію, механізувати та автоматизувати виробничі процеси. Однак посудини, апарати, трубопроводи, що працюють під тиском є джерелами підвищеної небезпеки. Основна небезпека полягає в тому, що при можливому руйнуванні такої посудини чи апарата може статися значне вивільнення енергії внаслідок раптового адіабатичного розширення газу чи пари, так званий фізичний вибух.

Основними причинами аварій при експлуатації систем, що працюють під тиском можна вважати: неякісне виготовлення, монтаж чи ремонт посудин, апаратів, трубопроводів; порушення технологічного режиму та правил експлуатації; несправність запобіжних пристроїв, контрольно-вимірювальних приладів, арматури; корозія металу.

З огляду на підвищену небезпеку до обслуговування систем (посудин), що працюють під тиском, допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження, навчання за затвердженою програмою, атестовані і мають посвідчення на обслуговування відповідного устаткування (посудини, апарата). Підготовка таких працівників здійснюється у навчальних закладах (професійно-технічних училищах, навчально-курсівих комбінатах), які одержали в установленому порядку дозвіл Держпраці на проведення такого навчання. Періодичні перевірки знань працівників, які обслуговують системи, що працюють під тиском проводяться не рідше ніж один раз на рік.

Адміністрація підприємства зобов'язана утримувати системи, що працюють під тиском у справному стані, який забезпечує безпеку їх обслуговування та надійність роботи. На підприємствах повинні бути розроблені, затверджені, вивішені на робочих місцях та видані під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування таких систем.

На підприємствах в установленому порядкузначається особа, на яку покладається відповідальність за справний стан та безпечну експлуатацію систем (посудин), що працюють під тиском.

Для забезпечення нормальних умов експлуатації та запобігання аварій і вибухів посудини, апарати та трубопроводи, що працюють під тиском повинні бути оснащені запірною або запірно-регулювальною апаратурою, запобіжними пристроями, приладами для вимірювання тиску, температури, показчиками рівня рідини і т. п. Кількість, тип і місце встановлення контрольно-вимірювальних приладів, запобіжних пристроїв, арматури обирається організацією-розробником проекту, виходячи з конкретних умов експлуатації.

Причини аварій і нещасних випадків при експлуатації систем, що працюють під тиском

Причинами аварій (вибухів) балонів зі зрідженими, стисненими та розчиненими газами є:

- дефекти та неточності, допущені при їх виготовленні (дефекти зварних швів, різьби вентиля, горловини балона);
- перевищення тиску газу в балоні внаслідок його заповнення понад

норму;

- нагрівання балона під дією сонячних променів, нагрівальних приладів, відкритого вогню, надзвичайно швидкого наповнення газом;

- падіння та удари балонів;

- помилкове наповнення балона іншим газом;

- швидкий відбір газу з балона, який може викликати іскри у струмені газу;

- попадання мастила на вентиль кисневого балона та інші.

До основних причин аварій та вибухів компресорних установок належать:

- дефекти, допущені при їх виготовленні чи ремонті (тріщини, пропуски у зварних швах, розриви прокладок і т.п.);

- підвищення температури стисненого повітря або нагрівання частин компресорної установки вище допустимого рівня внаслідок незадовільного охолодження;

- підвищення тиску вище допустимого рівня внаслідок несправності засобів захисту;

- потрапляння пилу, вологи, парів мастильних речовин, гасу, бензину тощо в камеру стискання;

- накопичення зарядів статичної електрики (пасові передачі, тертя струменя стисненого повітря об стінки);

- незадовільні експлуатація та нагляд за установками.

Причинами розгерметизації в системах трубопроводів для стисненого повітря, газу чи пари можуть бути:

- дефекти при зварюванні труб;

- корозія металу та, як наслідок, зменшення товщини стінок труб;

- підвищення тиску вище допустимого;

- замерзання конденсату;

- деформації внаслідок теплового розширення;

- механічні пошкодження трубопроводів.

Вимоги безпеки до посудин, що працюють під тиском

Посудинами, що працюють під тиском, називаються герметично закриті ємності, які призначені для здійснення в них хімічних і теплових процесів, а також для зберігання та перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів та рідин.

Посудини, що працюють під тиском, належать до об'єктів з підвищеною небезпекою, тому при їх виготовленні та експлуатації необхідно дотримуватись вимог НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском». Дія цих Правил поширюється на:

- посудини, які працюють під тиском води з температурою вище 115 °С або іншої рідини з температурою, що перевищує температуру кипіння при тиску 0,07 МПа (0,7 кгс/см³), без урахування гідростатичного тиску;

- посудини, що працюють під тиском пари або газу, вищим 0,07 МПа;

- балони, призначені для транспортування і зберігання зріджених, стиснених і розчинених газів під тиском, вищим за 0,07 МПа;
- цистерни та бочки для транспортування і зберігання зріджених газів, тиск пари яких за температури до 50 °С перевищує тиск понад 0,07 МПа;
 - цистерни і посудини для транспортування і зберігання зріджених, стиснених газів, рідин і сипких тіл, в яких тиск вище 0,07 МПа утворюється періодично для їх випорожнення;
 - барокамери.

Посудини, що працюють під тиском, до пуску в роботу повинні бути зареєстровані в експертно-технічних центрах (ЕТЦ). Реєстрації в ЕТЦ підлягають:

- посудини 1-ої групи, що працюють за температури не вище 200 °С, в яких добуток тиску в МПа (кгс/см³) на місткість у м³ (літрах) не перевищує 0,05 (500), а також посудини 2, 3 і 4-ї груп, що працюють за зазначеної вище температури, в яких добуток тиску в МПа (кгс/см³) на місткість м³ (літрах) не перевищує 1 (10000). Група посудин визначається за табл. 6.1;
- бочки для перевезення зріджених газів, балони місткістю до 100 л включно, встановлені стаціонарно, а також ті, які призначені для транспортування і (або) зберігання стиснених, зріджених і розчинених газів;
- посудини для зберігання або транспортування зріджених газів, рідких і сипких тіл, що перебувають під тиском періодично при їх випорожнюванні;
- посудини зі стисненими і зрідженими газами, що призначені для забезпечення паливом двигунів транспортних засобів, на яких вони встановлені.

Посудини, що працюють під тиском, піддаються технічному освідченню до пуску в роботу та періодично у процесі експлуатації, а в необхідних випадках – позачерговому освідченню; технічне освідчення проводиться у визначені НПАОП 0.00-1.81-18 терміни експертами ЕТЦ, а посудини, що не реєструються в органах Держпраці, – особою, відповідальною за їх справний стан і безпечну експлуатацію. Окрім того, технічне освідчення посудин, цистерн, балонів і бочок може проводитись на спеціальних ремонтно-випробувальних пунктах, на підприємствах-виробниках, наповнювальних станціях, які мають відповідний дозвіл органів Держпраці.

Технічне освідчення складається із зовнішнього, внутрішнього оглядів і гідравлічного випробовування.

Результати технічного освідчення, а також термін наступного записуються у паспорт встановленої форми, який повинна мати кожна посудина, що працює під тиском.

Контрольно-вимірювальні прилади, запобіжні пристрої та арматура

Для запобігання підвищенню тиску вище допустимого в посудинах, апаратах та трубопроводах встановлюють пружинні або важільно-вантажні запобіжні клапани. Вони автоматично відкриваються за підвищення тиску вище

значення, що задається (регулюється) гвинтом стиснення пружини або вантажем, який встановлюється на важіль клапана.

Таблиця 3.1 – Група посудин за розрахунковим тиском

Група посудини	Розрахунковий тиск, МПа	Температура стінки, °С	Характер робочого середовища
1	понад 0,07 .	Незалежно	вибухонебезпечне або пожежо-небезпечне, або 1, 2-го класів небезпеки
2	до 2,5 понад 2,5 до 4 понад 4 до 5 понад 5	нижче -70, вище 400 нижче -70, вище 200 нижче -40, вище 200 незалежно	будь-яке, за винятком указаної для 1-ї групи посудин
3	до 1,6 понад 1,6 до 2,5 понад 2,5 до 4 понад 4 до 5	від -70 до -20, від 200 до 400 від -70 до 400 від -70 до 200 від -40 до 200	будь-яке, за винятком указаної для 1-ї групи посудин
4	до 1,6	від -20 до 200	

Якщо посудина приєднана до джерела живлення, в якому тиск є більшим за робочий тиск в посудині, то на підвідній лінії встановлюють редуційний клапан, який автоматично підтримує задане значення робочого тиску.

У разі необхідності контролю рівня рідини в посудинах, що мають границю поділу середовищ, застосовують покажчики рівня рідини. На посудинах, що обігріваються полум'ям або гарячими газами, в яких можливе зниження рівня рідини нижче дозволеного, має бути встановлено не менше двох покажчиків рівня прямої дії.

Кожну посудину і самостійну порожнину з різним тиском необхідно споряджувати манометрами – приладами для вимірювання тиску. Манометри повинні мати клас точності не нижче: 2,5 – за робочого тиску посудини до 2,5 МПа; 1,5 – за робочого тиску посудини понад 2,5 МПа.

Безпека під час експлуатації котельних установок

Наявність високого тиску і температури води та пари у водогрійних і парових котлах створюють підвищену небезпеку при їх експлуатації. НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском» встановлює вимоги до проектування, будови, виготовлення, монтажу, ремонту і експлуатації парових котлів, автономних пароперегрівачів і економайзерів з робочим тиском більше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрійних котлів і автономних економайзерів з температурою води вище 115 °С. Дані Правила не поширюються на котли з електричним обігрівом, котли з об'ємом парового і водяного простору 0,01 м³ (10 л) і менше, в яких добуток робочого тиску в МПа (кгс/см²) на об'єм в м³ (л) не перевищує 0,02

(200), пароперегрівачі трубних печей підприємств хімічної, нафтопереробної і нафтохімічної промисловості та деякі інші.

Котли до пуску в роботу повинні бути зареєстровані в органах Держпраці. Такої реєстрації не підлягають котли, у яких

$$(t_s - 100) \cdot V \leq 5, \quad (3.1)$$

де t_s – температура насиченої пари за робочого тиску, °C;
 V – водяний об'єм котла, м³.

Кожен котел піддається технічному освідченню інспектором (експертом) органів Держпраці до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації, а в необхідних випадках – позачерговому освідченню. Технічне освідчення котлів складається із зовнішнього і внутрішнього оглядів (не рідше одного разу в 4 роки) та гідравлічного випробовування (не рідше одного разу в 8 років). Мінімальна величина пробного тиску при гідравлічному випробовуванні приймається:

– за робочого тиску p не більше 0,5 МПа (5 кгс/см²) $P_n = 1,5 p$, але не менше 0,2 МПа;

– за робочого тиску p більше 0,5 МПа $P_n = 1,25 p$, але не менше $p = 0,3$ МПа.

Час витримки під пробним тиском повинен бути не меншим ніж 10 хв.

Після цього тиск знижується до робочого, за якого і проводиться огляд всіх зварних, вальцювальних, клепаних і роз'ємних з'єднань. Результати технічного освідчення записуються в паспорт котла із зазначенням термінів наступного освідчення.

Для забезпечення безпечних умов і розрахункових режимів експлуатації та керування роботою всі котли повинні бути оснащені: запобіжними клапанами (не менше двох), манометрами, термометрами, показчиками рівня води (не менше двох, за винятком прямоочних котлів), запірною і регулювальною апаратурою, приладами безпеки і пристроями, для живлення котлів водою.

Парові і водогрійні котли при камерному спалюванні палива повинні обладнуватись автоматичними пристроями для припинення подачі палива у топку в наступних випадках: погасання факела у топці; вимкнення всіх димососів; вимкнення всіх дуйних вентиляторів; зниження рівня води (для прямоочних котлів – витрати води через котел) нижче допустимого. На котлах необхідно встановити звукові сигналізатори верхнього і нижнього граничних рівнів води, які вмикаються автоматично.

Безпека під час експлуатації компресорних установок

Робота компресорного устаткування пов'язана з виникненням ряду небезпечних та шкідливих чинників, обумовлених наявністю у компресорах рухомих частин, високого тиску та температури, а також можливістю

утворення вибухонебезпечних сумішей з продуктів розкладу мастильних матеріалів і повітря.

При стисненні газу його температура зростає і визначається за формулою:

$$T_2 = T_1 \cdot (p_2 / p_1), \quad (3.2)$$

де T_1, T_2 — абсолютна температура газу відповідно до і після стиснення, К;

p_1, p_2 — тиск газу відповідно до і після стиснення, Па.

Безпека під час експлуатації трубопроводів

Для швидкого визначення вмісту трубопроводів, а відтак і дотримання працівниками відповідних вимог безпеки при наближенні до них, встановлено десять груп речовин і відповідне розпізнавальне пофарбування трубопроводів, якими вони транспортуються:

- перша – вода (зелений)
- друга – пара (червоний);
- третя – повітря (синій);
- четверта і п'ята – горючі та негорючі гази, включаючи скраплені (жовтий);
- шоста – кислоти (оранжевий);
- сьома – луги (фіолетовий);
- восьма і дев'ята – горючі і негорючі рідини (коричневий);
- нульова – інші речовини (сірий).

Для того, щоб виділити вид небезпеки, на трубопроводи наносять сигнальні кольорові кільця:

- червоні – для легкозаймистих, вибухо- і вогненебезпечних речовин;
- жовті – для шкідливих і небезпечних речовин (отруйні, токсичні, радіоактивні);
- зелені – для безпечних і нейтральних речовин.

Безпека під час експлуатації балонів

Балони призначені для зберігання, перевезення та використання стиснених (азот, повітря, кисень, сірководень), зріджених (аміак, сірчистий ангідрид, бутан) чи розчинених (ацетилен) газів під тиском, вищим 0,07 МПа.

Безпечна експлуатація балонів забезпечується:

- необхідною механічною міцністю балонів і належним контролем за їх станом;
- запобіганням помилковому наповненню балонів іншими газами (наприклад, балонів для негорючих газів – горючими; балонів для горючих газів – киснем);
- дотриманням правил наповнення, транспортування, зберігання та використання балонів.

У процесі експлуатації балони проходять освідчення, які включають: огляд внутрішньої (якщо це можливо) та зовнішньої поверхонь балонів;

перевірку маси та міцності; гідравлічне випробовування. Огляд балонів здійснюється з метою виявлення на їх стінках корозії, тріщин, вм'ятин та інших пошкоджень для визначення придатності балонів до подальшої експлуатації. Якщо результати огляду є незадовільними (виявлено тріщини, вм'ятини, раковини глибиною понад 10% від номінальної товщини стінки), то балони вибраковуються.

Величина пробного тиску і час витримки балонів під таким тиском встановлюється відповідними стандартами (для стандартних балонів) та технічними умовами (для нестандартних), при цьому пробний тиск повинен бути не меншим ніж півтора значення робочого тиску.

Для запобігання помилковому наповненню балонів іншими газами передбачено розпізнавальне фарбування та маркування балонів (табл. 6.2), а також відповідна різьба бокових штуцерів їх вентилів (у балонів для горючих газів – ліва, у балонів для негорючих газів – права).

Основним пристроєм, що забезпечує безпеку при експлуатації балонів є редуктор, який знижує тиск стисненого газу до робочого.

Балони з газом повинні знаходитись на відстані не менше 1 м від радіаторів опалення та інших опалювальних приладів і не менше ніж 5 м від джерел відкритого вогню.

Таблиця 3.2 – Фарбування і нанесення написів на балони

Назва газу	Колір балонів	Текст напису	Колір напису	Колір смуги
Азот	чорний	Азот	Жовтий	коричневий
Аміак	жовтий	Аміак	Чорний	—
Ацетилен	білий	Ацетилен	Червоний	зелений
Бутан	червоний	Бутан	Білий	чорний
Водень	темно-зелений	Водень	Червоний	—
Повітря	чорний	стиснуте повітря	Білий	—
Кисень	голубий	Кисень	Чорний	—
Сірководень	білий	Сірководень	Червоний	червоний
Вуглекислота	чорний	вуглекислота	Жовтий	жовтий
Хлор	захисний	—	—	зелений
всі інші горючі гази	червоний	назва газу	Білий	—
всі інші негорючі гази	чорний	назва газу	Жовтий	—

Безпека під час експлуатації установок кріогенної техніки

Кріогенні продукти – це речовини або суміш речовин, що знаходяться за кріогенних температур 0 – 120 К. До основних кріогенних продуктів належать продукти низькотемпературного поділу повітря: азот, кисень, аргон, неон, криптон, ксенон, озон, фтор, метан, водень, гелій.

Під час роботи з кріогенними продуктами можливі наступні небезпеки:

- опіки відкритих ділянок тіла та очей внаслідок доторкання до предметів, що знаходяться за низьких кріогенних температур, і при потраплянні низькотемпературної пари кріогенних продуктів у легені;

- обмороження внаслідок глибокого охолодження ділянок тіла при контакті з криогенними продуктами;
- руйнування устаткування внаслідок термічних деформацій та холоднокрихкості матеріалів;
- витік криогенних продуктів внаслідок розгерметизації устаткування через неоднакові термічні деформації його частин;
- вибухове руйнування устаткування внаслідок підвищення тиску через закипання та випаровування криогенних рідин у замкнутих об'ємах за зміни режимів роботи або внаслідок природних теплов потоків.

Приміщення, в яких використовуються чи зберігаються криогенні продукти, повинні обладнуватись припливно-витяжною вентиляцією, причому приплив має здійснюватися зверху, а витяжка – знизу.

Практичне завдання. Ознайомившись із змістом розділу треба пройти комп'ютерне тестування за допомогою програми Techlab, яка запропонує Вам 20 тестових завдань із загальної бази 156 тестів, наведених нижче, на які Ви повинні надати відповіді за 20 хвилин.

Тести містять в собі запитання різного виду. Якщо варіанти відповідей у завданні позначені колом (○ –), то в такому питанні міститься тільки одна вірна відповідь. Якщо варіанти відповідей у завданні позначені квадратом (□ –), то в такому питанні передбачено декілька вірних відповідей. Питання, що містять в собі три крапки (...) потребують вставляння випущеного слова, кількість таких позначень у питанні відповідає кількості пропущених слів. При виконанні завдання, в якому необхідно обидві частини речення привести до відповідності, треба проти літери лівого стовпчика вказати відповідну цифру правого стовпчика.

Тестові завдання

Тести для самоперевірки знань

1. устаткування – це властивість виробничого устаткування відповідати вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) й експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією.
2. Безпечність виробничого ... – це властивість виробничого ... відповідати вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) й експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією.
3. Безпечність ... устаткування – це властивість ... устаткування відповідати вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) й експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією.
4. Безпечність виробничого устаткування – це устаткування відповідати вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) й експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією.
5. Безпечність виробничого устаткування – це властивість виробничого вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) й експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією.
6. Безпечність виробничого устаткування – це властивість виробничого устаткування відповідати праці під час монтажу

(демонтажу) й експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією.

7. Безпечність виробничого устаткування – це властивість виробничого устаткування відповідати вимогам безпеки ... під ... монтажу (демонтажу) й експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією.

8. Безпечність виробничого устаткування – це властивість виробничого устаткування відповідати вимогам безпеки праці під час ... (...) й експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією.

9. Безпечність виробничого устаткування – це властивість виробничого устаткування відповідати вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) й ... в ... , установлених нормативною документацією.

10. Безпечність виробничого устаткування – це властивість виробничого устаткування відповідати вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) й експлуатації в умовах, документацією.

11. Безпечність виробничого устаткування – це властивість виробничого устаткування відповідати вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) й експлуатації в умовах, установлених

12. процесу – це властивість виробничого процесу відповідати вимогам безпеки праці під час проведення його в умовах, установлених нормативною документацією.

13. Безпечність виробничого ... – це властивість виробничого ... відповідати вимогам безпеки праці під час проведення його в умовах, установлених нормативною документацією.

14. Безпечність ... процесу – це властивість ... процесу відповідати вимогам безпеки праці під час проведення його в умовах, установлених нормативною документацією.

15. Безпечність виробничого процесу – це процесу відповідати вимогам безпеки праці під час проведення його в умовах, установлених нормативною документацією.

16. Безпечність виробничого процесу – це властивість виробничого процесу безпеки праці під час проведення його в умовах, установлених нормативною документацією.

17. Безпечність виробничого процесу – це властивість виробничого процесу відповідати вимогам під час проведення його в умовах, установлених нормативною документацією.

18. Безпечність виробничого процесу – це властивість виробничого процесу відповідати вимогам безпеки праці під його в умовах, установлених нормативною документацією.

19. Безпечність виробничого процесу – це властивість виробничого процесу відповідати вимогам безпеки праці під час проведення його в ... , ... нормативною документацією.

20. До виробничих систем, що працюють під тиском, належать:

А) – парові та водогрійні котли;

Б) – компресори та повітрязбірники (ресивери);
В) – трубопроводи для стисненого повітря, газу та пари;
Г) – балони та цистерни для транспортування і зберігання зріджених, стиснених і розчинених газів;

Д) – порошкові вогнегасники;

Е) – водопровідні та каналізаційні системи.

21. До виробничих систем, що працюють під тиском, не належить:

А) – парові та водогрійні котли;

Б) – компресори та повітрязбірники (ресивери);

В) – трубопроводи для стисненого повітря, газу та пари;

Г) – балони та цистерни для транспортування і зберігання зріджених, стиснених і розчинених газів;

Д) – водопровідні та каналізаційні системи.

22. До виробничих систем, що працюють під тиском, не належить:

А) – парові та водогрійні котли;

Б) – компресори та повітрязбірники (ресивери);

В) – трубопроводи для стисненого повітря, газу та пари;

Г) – балони та цистерни для транспортування і зберігання зріджених, стиснених і розчинених газів;

Д) – порошкові вогнегасники.

23. До обслуговування систем, що працюють під тиском, допускаються особи, які:

А) – склали іспит з електробезпеки для обладнання з напругою не більше 1000 В;

Б) – досягли 18-річного віку;

В) – пройшли медичне обстеження;

Г) – пройшли навчання за затвердженою програмою;

Д) – атестовані і мають посвідчення на обслуговування відповідного обладнання;

Е) – одержали дозвіл Держпраці.

24. До вимог, яким повинні відповідати особи, що обслуговують системи, які працюють під тиском, не відноситься:

А) – досягли 18-річного віку;

Б) – пройшли медичне обстеження;

В) – пройшли навчання за затвердженою програмою;

Г) – атестовані і мають посвідчення на обслуговування відповідного обладнання;

Д) – одержали дозвіл Держпраці.

25. До вимог, яким повинні відповідати особи, що обслуговують системи, які працюють під тиском, не відноситься:

А) – склали іспит з електробезпеки для обладнання з напругою не більше 1000 В;

Б) – досягли 18-річного віку;

В)○ – пройшли медичне обстеження;

Г)○ – пройшли навчання за затвердженою програмою;

Д)○ – атестовані і мають посвідчення на обслуговування відповідного обладнання.

26. повинні бути розроблені, затверджені, вивішені на робочих місцях та видані під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування систем, що працюють під тиском.

27. На підприємствах розроблені, затверджені, вивішені на робочих місцях та видані під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування систем, що працюють під тиском.

28. На підприємствах повинні бути ... , ... , вивішені на робочих місцях та видані під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування систем, що працюють під тиском.

29. На підприємствах повинні бути розроблені, затверджені, ... на ... місцях та видані під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування систем, що працюють під тиском.

30. На підприємствах повинні бути розроблені, затверджені, вивішені на робочих ... та ... під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування систем, що працюють під тиском.

31. На підприємствах повинні бути розроблені, затверджені, вивішені на робочих місцях та видані під персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування систем, що працюють під тиском.

32. На підприємствах повинні бути розроблені, затверджені, вивішені на робочих місцях та видані під розписку обслуговуючому щодо безпечного обслуговування систем, що працюють під тиском.

33. На підприємствах повинні бути розроблені, затверджені, вивішені на робочих місцях та видані під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо систем, що працюють під тиском.

34. На підприємствах повинні бути розроблені, затверджені, вивішені на робочих місцях та видані під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування ... , що ... під тиском.

35. На підприємствах повинні бути розроблені, затверджені, вивішені на робочих місцях та видані під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування систем, що працюють

36. До основних причин аварій (вибухів) балонів зі зрідженими, стисненими та розчиненими газами відносяться:

А)□ – дефекти та неточності, допущені при виготовленні балонів;

Б)□ – заниження тиску в балоні внаслідок його неповного заповнення;

В)□ – перевищення тиску газу в балоні внаслідок його заповнення понад норму;

Г)□ – нагрівання балона під дією сонячних променів, нагрівальних приладів, відкритого вогню, надзвичайно швидкого наповнення газом;

Д)□ – надмірне охолодження балонів;

Е)□ – швидкий відбір газу з балона, який може викликати іскри у

струмені газу;

Ж) – попадання мастила на вентиль кисневого балону.

37. До основних причин аварій (вибухів) балонів зі зрідженими, стисненими та розчиненими газами не відносяться:

А) – дефекти та неточності, допущені при виготовленні балонів;

Б) – перевищення тиску газу в балоні внаслідок його заповнення понад норму;

В) – нагрівання балона під дією сонячних променів, нагрівальних приладів, відкритого вогню, надзвичайно швидкого наповнення газом;

Г) – надмірне охолодження балонів;

Д) – швидкий відбір газу з балона, який може викликати іскри у струмені газу;

Е) – попадання мастила на вентиль кисневого балону.

38. До основних причин аварій (вибухів) балонів зі зрідженими, стисненими та розчиненими газами не відносяться:

А) – дефекти та неточності, допущені при виготовленні балонів;

Б) – заниження тиску в балоні внаслідок його неповного заповнення;

В) – перевищення тиску газу в балоні внаслідок його заповнення понад норму;

Г) – нагрівання балона під дією сонячних променів, нагрівальних приладів, відкритого вогню, надзвичайно швидкого наповнення газом;

Д) – швидкий відбір газу з балона, який може викликати іскри у струмені газу;

Е) – попадання мастила на вентиль кисневого балону.

39. До основних причин аварій та вибухів компресорних установок належать:

А) – дефекти, допущені при їх виготовленні чи ремонті;

Б) – підвищення температури стисненого повітря або нагрівання частин компресорної установки вище допустимого рівня внаслідок незадовільного охолодження;

В) – зниження температури стисненого повітря внаслідок надмірного охолодження;

Г) – підвищення тиску вище допустимого рівня внаслідок несправності засобів захисту;

Д) – зниження тиску нижче допустимого рівня внаслідок несправності засобів захисту;

Е) – потрапляння пилу, вологи, парів мастильних речовин, гасу, бензину тощо в камеру стиснення;

Ж) – накопичення зарядів статичної електрики;

З) – незадовільні експлуатація та нагляд за установками.

40. До основних причин аварій та вибухів компресорних установок не належать:

А) – дефекти, допущені при їх виготовленні чи ремонті

Б) – підвищення температури стисненого повітря або нагрівання частин

компресорної установки вище допустимого рівня внаслідок незадовільного охолодження;

В)○ – підвищення тиску вище допустимого рівня внаслідок несправності засобів захисту;

Г)○ – зниження тиску нижче допустимого рівня внаслідок несправності засобів захисту;

Д)○ – потрапляння пилю, вологи, парів мастильних речовин, гасу, бензину тощо в камеру стиснення;

Е)○ – накопичення зарядів статичної електрики;

Ж)○ – незадовільні експлуатація та нагляд за установками.

41. До основних причин аварій та вибухів компресорних установок не належать:

А)○ – дефекти, допущені при їх виготовлені чи ремонті;

Б)○ – підвищення температури стисненого повітря або нагрівання частин компресорної установки вище допустимого рівня внаслідок незадовільного охолодження;

В)○ – зниження температури стисненого повітря внаслідок надмірного охолодження;

Г)○ – підвищення тиску вище допустимого рівня внаслідок несправності засобів захисту;

Д)○ – потрапляння пилю, вологи, парів мастильних речовин, гасу, бензину тощо в камеру стиснення;

Е)○ – накопичення зарядів статичної електрики;

Ж)○ – незадовільні експлуатація та нагляд за установками.

42. Причинами розгерметизації в системах трубопроводів для стисненого повітря, газу чи пари можуть бути:

А)□ – дефекти при зварюванні труб;

Б)□ – корозія металу і, як наслідок, зменшення товщини стінок труб;

В)□ – підвищення тиску вище допустимого рівня;

Г)□ – зниження тиску нижче допустимого рівня;

Д)□ – замерзання конденсату;

Е)□ – деформація внаслідок теплового розширення;

Ж)□ – механічні пошкодження трубопроводів;

З)□ – надмірна товщина зовнішнього захисного покриття.

43. До причин розгерметизації в системах трубопроводів для стисненого повітря, газу чи пари не відноситься:

А)○ – дефекти при зварюванні труб;

Б)○ – корозія металу і, як наслідок, зменшення товщини стінок труб;

В)○ – підвищення тиску вище допустимого рівня;

Г)○ – зниження тиску нижче допустимого рівня;

Д)○ – замерзання конденсату;

Е)○ – деформація внаслідок теплового розширення;

Ж)○ – механічні пошкодження трубопроводів.

44. До причин розгерметизації в системах трубопроводів для

стисненого повітря, газу чи пари не відносяться:

- А)○ – дефекти при зварюванні труб;
- Б)○ – корозія металу і, як наслідок, зменшення товщини стінок труб;
- В)○ – підвищення тиску вище допустимого рівня;
- Г)○ – замерзання конденсату;
- Д)○ – деформація внаслідок теплового розширення;
- Е)○ – механічні пошкодження трубопроводів;
- Ж)○ – надмірна товщина зовнішнього захисного покриття.

45. ... , що ... під тиском, називаються герметично закриті ємності, які призначені для здійснення в них хімічних і теплових процесів, а також для зберігання та перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів та рідин.

46. Посудинами, що працюють, називаються герметично закриті ємності, які призначені для здійснення в них хімічних і теплових процесів, а також для зберігання та перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів та рідин.

47. Посудинами, що працюють під тиском, називаються ємності, які призначені для здійснення в них хімічних і теплових процесів, а також для зберігання та перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів та рідин.

48. Посудинами, що працюють під тиском, називаються герметично закриті ... , які ... для здійснення в них хімічних і теплових процесів, а також для зберігання та перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів та рідин.

49. Посудинами, що працюють під тиском, називаються герметично закриті ємності, які призначені для ... в них ... і теплових процесів, а також для зберігання та перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів та рідин.

50. Посудинами, що працюють під тиском, називаються герметично закриті ємності, які призначені для здійснення в них хімічних і , а також для зберігання та перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів та рідин.

51. Посудинами, що працюють під тиском, називаються герметично закриті ємності, які призначені для здійснення в них хімічних і теплових процесів, а також для ... та ... стиснених, зріджених і розчинених газів та рідин.

52. Посудинами, що працюють під тиском, називаються герметично закриті ємності, які призначені для здійснення в них хімічних і теплових процесів, а також для зберігання та перевезення ... , ... і розчинених газів та рідин.

53. Посудинами, що працюють під тиском, називаються герметично закриті ємності, які призначені для здійснення в них хімічних і теплових процесів, а також для зберігання та перевезення стиснених, зріджених і та рідин.

54. Посудинами, що працюють під тиском, називаються герметично закриті ємності, які призначені для здійснення в них хімічних і теплових процесів, а також для зберігання та перевезення стиснених, зріджених і розчинених ... та

55. Дія НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском» поширюється на:

А) – посудини, які працюють під тиском води з температурою вище 115°C або іншої рідини з температурою, що перевищує температуру кипіння за тиску $0,07$ МПа, без урахування гідростатичного тиску;

Б) – посудини, що працюють під тиском пари або газу, вищим за $0,07$ МПа;

В) – балони, призначені для транспортування і зберігання зріджених, стиснених і розчинених газів під тиском, вищим за $0,07$ МПа;

Г) – цистерни та бочки для транспортування і зберігання зріджених газів, тиск пари яких за температури до 50°C перевищує понад $0,07$ МПа;

Д) – цистерни і посудини для транспортування і зберігання зріджених, стиснених газів, рідин і сипких тіл, в яких тиск вище $0,07$ МПа утворюється періодично для їх випорожнення;

Е) – будь-які герметичні посудини незалежно від тиску і температури речовини, що в них знаходиться.

56. Дія НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском» не поширюється на:

А) – посудини, які працюють під тиском води з температурою вище 115°C або іншої рідини з температурою, що перевищує температуру кипіння за тиску $0,07$ МПа, без урахування гідростатичного тиску;

Б) – посудини, що працюють під тиском пари або газу, вищим за $0,07$ МПа;

В) – балони, призначені для транспортування і зберігання зріджених, стиснених і розчинених газів під тиском, вищим за $0,07$ МПа;

Г) – цистерни та бочки для транспортування і зберігання зріджених газів, тиск пари яких за температури до 50°C перевищує тиск понад $0,07$ МПа;

Д) – цистерни і посудини для транспортування і зберігання зріджених, стиснених газів, рідин і сипких тіл, в яких тиск вище $0,07$ МПа утворюється періодично для їх випорожнення;

Е) – будь-які герметичні посудини незалежно від тиску і температури речовини, що в них знаходиться.

57. До посудин, що працюють під тиском і які до пуску в роботу повинні бути зареєстровані в експертно-технічних центрах, відносяться:

А) – посудини 1-ої групи, що працюють за температури не вище 200°C , в яких добуток тиску в МПа на місткість у м^3 не перевищує $0,05$;

Б) – посудини 2, 3 і 4-ї груп, що працюють за температури не вище 200°C , в яких добуток тиску в МПа на місткість у м^3 не перевищує 1 ;

В) – бочки для перевезення зріджених газів, балони місткістю до 100 л включно, встановлені стаціонарно, а також ті, які призначені для транспортування і зберігання стиснених, зріджених і розчинених газів;

Г) – посудини для зберігання або транспортування зріджених газів, рідких і сипких тіл, що перебувають під тиском періодично при їх випорожнюванні;

Д) – посудини зі стисненими і зрідженими газами, що призначені для

забезпечення паливом двигунів транспортних засобів, на яких вони встановлені;

Е) – будь-які герметичні посудини незалежно від тиску і температури речовини, що в них знаходиться.

58. До посудин, що працюють під тиском і які до пуску в роботу повинні бути зареєстровані в експертно-технічних центрах, не відносяться:

А) – посудини 1-ої групи, що працюють за температури не вище 200°C , в яких добуток тиску в МПа на місткість у м^3 не перевищує 0,05;

Б) – посудини 2, 3 і 4-ї груп, що працюють за температури не вище 200°C , в яких добуток тиску в МПа на місткість у м^3 не перевищує 1;

В) – бочки для перевезення зріджених газів, балони місткістю до 100 л включно, встановлені стаціонарно, а також ті, які призначені для транспортування і зберігання стиснених, зріджених і розчинених газів;

Г) – посудини для зберігання або транспортування зріджених газів, рідких і сипких тіл, що перебувають під тиском періодично при їх випорожнюванні;

Д) – посудини зі стисненими і зрідженими газами, що призначені для забезпечення паливом двигунів транспортних засобів, на яких вони встановлені;

Е) – будь-які герметичні посудини незалежно від тиску і температури речовини, що в них знаходиться.

59. За якого значення добутку тиску в МПа на місткість у м^3 для посудин 1-ої групи, що працюють під тиском, вони підлягають обов'язковій реєстрації в експертно-технічних центрах:

А) – $\leq 0,05$;

Б) – $\leq 0,06$;

В) – $\leq 0,07$;

Г) – $\leq 0,08$;

Д) – $\leq 1,0$.

60. За якого значення добутку тиску в $\text{кгс}/\text{см}^2$ на місткість у л для посудин 1-ої групи, що працюють під тиском, вони підлягають обов'язковій реєстрації в експертно-технічних центрах:

А) – ≤ 500 ;

Б) – ≤ 600 ;

В) – ≤ 700 ;

Г) – ≤ 800 ;

Д) – ≤ 1000 .

61. За якого значення добутку тиску в МПа на місткість у м^3 для посудин 2, 3 і 4-ї груп, що працюють під тиском, вони підлягають обов'язковій реєстрації в експертно-технічних центрах:

А) – $\leq 0,05$;

Б) – $\leq 0,06$;

В) – $\leq 0,07$;

Г) – $\leq 0,08$;

Д) $\circ - \leq 1,0$.

62. За якого значення добутку тиску в $\text{кгс}/\text{см}^2$ на місткість у л для посудин 2, 3 і 4-ї груп, що працюють під тиском, вони підлягають обов'язковій реєстрації в експертно-технічних центрах:

А) $\circ - \leq 500$;

Б) $\circ - \leq 5000$;

В) $\circ - \leq 7000$;

Г) $\circ - \leq 8000$;

Д) $\circ - \leq 10000$.

63. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

– розрахунковий тиск $\geq 0,07$ МПа;

– температура стінки – незалежно;

– характер робочого середовища – вибухонебезпечне, пожежонебезпечне, 1 або 2-го класів небезпеки.

А) $\circ - 1$ -ша група;

Б) $\circ - 2$ -га група;

В) $\circ - 3$ -тя група;

Г) $\circ - 4$ -та група.

64. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

– розрахунковий тиск – до 2,5 МПа;

– температура стінки – нижче -70 , вище 400;

– характер робочого середовища – будь-яке.

А) $\circ - 1$ -ша група;

Б) $\circ - 2$ -га група;

В) $\circ - 3$ -тя група;

Г) $\circ - 4$ -та група.

65. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

– розрахунковий тиск – понад 2,5 до 4 МПа;

– температура стінки – нижче -70 , вище 200;

– характер робочого середовища – будь-яке.

А) $\circ - 1$ -ша група;

Б) $\circ - 2$ -га група;

В) $\circ - 3$ -тя група;

Г) $\circ - 4$ -та група.

66. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

– розрахунковий тиск – понад 4 до 5 МПа;

– температура стінки – нижче -40 , вище 200;

– характер робочого середовища – будь-яке.

А) $\circ - 1$ -ша група;

Б) $\circ - 2$ -га група;

В)○ – 3-тя група;

Г)○ – 4-та група.

67. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

–розрахунковий тиск – понад 5 МПа;

–температура стінки – незалежно;

–характер робочого середовища – будь-яке.

А)○ – 1-ша група;

Б)○ – 2-га група;

В)○ – 3-тя група;

Г)○ – 4-та група.

68. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

–розрахунковий тиск – до 1,6 МПа;

–температура стінки – від –70 до –20;

–характер робочого середовища – будь-яке.

А)○ – 1-ша група;

Б)○ – 2-га група;

В)○ – 3-тя група;

Г)○ – 4-та група.

69. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

–розрахунковий тиск – понад 1,6 до 2,5 МПа;

–температура стінки – від –70 до 400;

–характер робочого середовища – будь-яке.

А)○ – 1-ша група;

Б)○ – 2-га група;

В)○ – 3-тя група;

Г)○ – 4-та група.

70. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

–розрахунковий тиск – до 1,6 МПа;

–температура стінки – від 200 до 400;

–характер робочого середовища – будь-яке.

А)○ – 1-ша група;

Б)○ – 2-га група;

В)○ – 3-тя група;

Г)○ – 4-та група.

71. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

–розрахунковий тиск – понад 1,6 до 2,5 МПа;

–температура стінки – від –70 до 400;

–характер робочого середовища – будь-яке.

А)○ – 1-ша група;

- Б)○ – 2-га група;
- В)○ – 3-тя група;
- Г)○ – 4-та група.

72. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

- розрахунковий тиск – понад 2,5 до 4 МПа;
- температура стінки – від –70 до 200;
- характер робочого середовища – будь-яке.

- А)○ – 1-ша група;
- Б)○ – 2-га група;
- В)○ – 3-тя група;
- Г)○ – 4-та група.

73. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

- розрахунковий тиск – понад 4 до 5 МПа;
- температура стінки – від –70 до 200;
- характер робочого середовища – будь-яке.

- А)○ – 1-ша група;
- Б)○ – 2-га група;
- В)○ – 3-тя група;
- Г)○ – 4-та група.

74. До якої групи посудин за розрахунковим тиском відносяться такі, що характеризуються параметрами:

- розрахунковий тиск – до 1,6 МПа;
- температура стінки – від –20 до 200;
- характер робочого середовища – будь-яке.

- А)○ – 1-ша група;
- Б)○ – 2-га група;
- В)○ – 3-тя група;
- Г)○ – 4-та група.

75. В яких спеціальних організаціях, що мають відповідний дозвіл Держпраці, може проводитися технічне освідчення посудин, що працюють під тиском?

- А)□ – на станціях технічного обслуговування автотранспорту;
- Б)□ – на спеціальних ремонтно-випробувальних пунктах;
- В)□ – на підприємствах-виробниках;
- Г)□ – на підприємствах, що експлуатують посудини;
- Д)□ – на станціях наповнення.

76. В яких спеціальних організаціях, що мають відповідний дозвіл Держпраці, не може проводитися технічне освідчення посудин, що працюють під тиском?:

- А)○ – на спеціальних ремонтно-випробувальних пунктах;
- Б)○ – на підприємствах-виробниках;
- В)○ – на підприємствах, що експлуатують посудини;

Г)○ – на станціях наповнення.

77. В яких спеціальних організаціях, що мають відповідний дозвіл Держпраці, не може проводитися технічне освідчення посудин, що працюють під тиском?:

А)○ – на станціях технічного обслуговування автотранспорту;

Б)○ – на спеціальних ремонтно-випробувальних пунктах;

В)○ – на підприємствах-виробниках;

Г)○ – на станціях наповнення.

78. Технічне освідчення посудин, що працюють під тиском, складається з:

А)□ – зовнішнього огляду;

Б)□ – внутрішнього огляду;

В)□ – гідравлічних випробувань;

Г)□ – газодинамічних випробувань;

Д)□ – випробувань за підвищеної температури.

79. До етапів технічного освідчення посудин, що працюють під тиском, не відноситься:

А)○ – зовнішній огляд;

Б)○ – внутрішній огляд;

В)○ – гідравлічні випробування;

Г)○ – випробування за підвищеної температури.

80. До етапів технічного освідчення посудин, що працюють під тиском, не відноситься:

А)○ – зовнішній огляд;

Б)○ – внутрішній огляд;

В)○ – гідравлічні випробування;

Г)○ – газодинамічні випробування.

81. Результати технічного освідчення посудин, що працюють під тиском, та термін наступного записують:

А)○ – в інструкцію з експлуатації посудини;

Б)○ – на корпусі посудини;

В)○ – у паспорт посудини;

Г)○ – у припис для підприємства;

Д)○ – в сертифікат відповідності.

82. Результати технічного освідчення посудин, що працюють під тиском, та термін наступного не записують:

А)□ – в інструкцію з експлуатації посудини;

Б)□ – на корпусі посудини;

В)□ – у паспорт посудини;

Г)□ – у припис для підприємства;

Д)□ – в сертифікат відповідності.

83. Для запобігання підвищенню тиску вище допустимого в посудинах, апаратах та трубопроводах встановлюють:

А)□ – пружинні запобіжні клапани;

- Б) – важільно-вантажні запобіжні клапани;
- В) – поворотний зворотний клапан;
- Г) – показчик рівня води;
- Д) – редуційний клапан.

84. Для запобігання підвищенню тиску вище допустимого в посудинах, апаратах та трубопроводах не встановлюють:

- А) – пружинні запобіжні клапани;
- Б) – важільно-вантажні запобіжні клапани;
- В) – редуційний клапан.

85. Для запобігання підвищенню тиску вище допустимого в посудинах, апаратах та трубопроводах не встановлюють:

- А) – пружинні запобіжні клапани;
- Б) – важільно-вантажні запобіжні клапани;
- В) – показчик рівня води .

86. Для запобігання підвищенню тиску вище допустимого в посудинах, апаратах та трубопроводах не встановлюють:

- А) – пружинні запобіжні клапани;
- Б) – важільно-вантажні запобіжні клапани;
- В) – поворотний зворотний клапан.

87. Який пристрій встановлюють у випадку коли посудина приєднана до джерела живлення, в якому тиск є більшим за робочий тиск в посудині?:

- А) – пружинні запобіжні клапани;
- Б) – важільно-вантажні запобіжні клапани;
- В) – поворотний зворотний клапан;
- Г) – показчик рівня води;
- Д) – редуційний клапан.

88. Який пристрій не встановлюють у випадку коли посудина приєднана до джерела живлення, в якому тиск є більшим за робочий тиск в посудині?:

- А) – пружинні запобіжні клапани;
- Б) – важільно-вантажні запобіжні клапани;
- В) – поворотний зворотний клапан;
- Г) – показчик рівня води;
- Д) – редуційний клапан.

89. У разі необхідності контролю рівня рідини в посудинах, що мають границю поділу середовищ, застосовують:

- А) – пружинні запобіжні клапани;
- Б) – важільно-вантажні запобіжні клапани;
- В) – поворотний зворотний клапан;
- Г) – показчик рівня води;
- Д) – редуційний клапан.

90. У разі необхідності контролю рівня рідини в посудинах, що мають границю поділу середовищ, не застосовують:

- А) – пружинні запобіжні клапани;

- Б) – важільно-вантажні запобіжні клапани;
- В) – поворотний зворотний клапан;
- Г) – показчик рівня води;
- Д) – редуційний клапан.

91. На посудинах, що обігріваються полум'ям або гарячими газами, в яких можливе зниження рівня рідини нижче дозволеного, має бути встановлено показчиків рівня:

- А) – один;
- Б) – не менше двох;
- В) – три;
- Г) – чотири;
- Д) – п'ять.

92. Який клас точності повинні мати манометри за робочого тиску посудини до 2,5 МПа?:

- А) – не нижче 3,0;
- Б) – не нижче 2,5;
- В) – не нижче 1,5;
- Г) – не нижче 1,0;
- Д) – не нижче 0,5.

93. Який клас точності повинні мати манометри за робочого тиску посудини понад 2,5 МПа?:

- А) – не нижче 3,0;
- Б) – не нижче 2,5;
- В) – не нижче 1,5;
- Г) – не нижче 1,0;
- Д) – не нижче 0,5.

94. На які водогрійні і парові котли не поширюються вимоги НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском»?

- А) – котли з електричним обігрівом;
- Б) – котли з об'ємом парового і водяного простору 0,01 м³ і менше, в яких добуток робочого тиску в МПа на об'єм в м³ не перевищує 0,02;
- В) – пароперегрівачі трубних печей підприємств хімічної промисловості;
- Г) – пароперегрівачі трубних печей підприємств нафтохімічної промисловості;
- Д) – пароперегрівачі трубних печей підприємств нафтопереробної промисловості;
- Е) – посудини, що працюють за температури не вище 200⁰С, в яких добуток тиску в МПа на місткість у м³ не перевищує 0,05.

95. У Держпраці не підлягають реєстрації котли, що відповідають умовам (t_s – температура насиченої пари за робочого тиску, ⁰С; V – водяний об'єм котла, м³):

А) $(t_S - 100) \cdot V \geq 5$;

Б) $(t_S + 100) \cdot V \geq 5$;

В) $(t_S + 100) \cdot V \leq 5$;

Г) $(t_S - 100) \cdot V \leq 5$;

Д) $(t_S - 100) / V \leq 5$.

96. Технічне освідчення котлів, яке складається із зовнішнього і внутрішнього оглядів, проводиться не рідше:

А) одного разу на рік;

Б) одного разу в 2 роки;

В) одного разу в 3 роки;

Г) одного разу в 4 роки;

Д) одного разу в 5 років.

97. Технічне освідчення котлів, яке складається із зовнішнього, внутрішнього оглядів та гідравлічних випробовувань, проводиться не рідше:

А) одного разу в 2 роки;

Б) одного разу в 4 роки;

В) одного разу в 6 років;

Г) одного разу в 8 років;

Д) одного разу в 10 років.

98. Мінімальна величина пробного тиску P_n при гідравлічних випробовуваннях котлів, що мають робочий тиск p не більше 0,5 МПа, визначається:

А) $P_n = 1,5p$, але не менша 0,1 МПа;

Б) $P_n = 2,5p$, але не менша 0,2 МПа;

В) $P_n = 1,2p$, але не менша 0,2 МПа;

Г) $P_n = 1,5p$, але не менша 0,2 МПа;

Д) $P_n = 3,5p$, але не менша 0,2 МПа.

99. Мінімальна величина пробного тиску P_n при гідравлічних випробовуваннях котлів, що мають робочий тиск p більше 0,5 МПа, визначається:

А) $P_n = 1,25p$, але не менша $p + 0,1$ МПа;

Б) $P_n = 1,25p$, але не менша $p + 0,2$ МПа;

В) $P_n = 1,25p$, але не менша $p + 0,25$ МПа;

Г) $P_n = 1,25p$, але не менша $p + 0,3$ МПа;

Д) $P_n = 1,5p$, але не менша $p + 0,3$ МПа.

100. Час витримки котлів при проведенні гідравлічних випробовувань під дією пробного тиску повинен становити не менше:

А) 5 хвилин;

Б) 10 хвилин;

В) 20 хвилин;

Г) 1 години;

Д) 1 доба.

101. Результати технічного освідчення котлів записуються:

А) в інструкцію з експлуатації посудини;

- Б)○ – на корпусі посудини;
- В)○ – у паспорт посудини;
- Г)○ – у припис для підприємства;
- Д)○ – в сертифікат відповідності.

102. Результати технічного опосвідчення котлів не записуються:

- А)□ – в інструкцію з експлуатації посудини;
- Б)□ – на корпусі посудини;
- В)□ – у паспорт посудини;
- Г)□ – у припис для підприємства;
- Д)□ – в сертифікат відповідності.

103. Для забезпечення безпечних умов і розрахункових режимів експлуатації та керування роботою всі котли повинні оснащуватись:

- А)□ – запобіжними клапанами;
- Б)□ – манометрами;
- В)□ – термометрами;
- Г)□ – показчиками рівня води;
- Д)□ – запірною і регулювальною апаратурою;
- Е)□ – приладами безпеки і пристроями для живлення котлів водою;
- Ж)□ – звуковою сигналізацією;
- З)□ – світловою сигналізацією.

104. Для забезпечення безпечних умов і розрахункових режимів експлуатації та керування роботою всі котли не повинні оснащуватись:

- А)○ – запобіжними клапанами;
- Б)○ – манометрами;
- В)○ – термометрами;
- Г)○ – показчиками рівня води;
- Д)○ – запірною і регулювальною апаратурою;
- Е)○ – приладами безпеки і пристроями для живлення котлів водою;
- Ж)○ – звуковою сигналізацією.

105. Для забезпечення безпечних умов і розрахункових режимів експлуатації та керування роботою всі котли не повинні оснащуватись:

- А)○ – запобіжними клапанами;
- Б)○ – манометрами;
- В)○ – термометрами;
- Г)○ – показчиками рівня води;
- Д)○ – запірною і регулювальною апаратурою;
- Е)○ – приладами безпеки і пристроями для живлення котлів водою;
- Ж)○ – світловою сигналізацією.

106. Парові і водогрійні котли при камерному спалюванні палива повинні обладнуватись автоматичними пристроями для припинення подачі палива у топку в наступних випадках:

- А)□ – зниження температури теплоносія нижче технологічного рівня;
- Б)□ – погасання факела у топці;

- В) – вимкнення всіх димососів;
- Г) – вимкнення всіх дуйних вентиляторів;
- Д) – зниження рівня води нижче допустимого рівня;
- Е) – зниження тиску в котлі нижче технологічного рівня.

107. В якому з випадків автоматично не припиняється подача палива в топку парових і водогрійних котлів:

- А) – зниження температури теплоносія нижче технологічного рівня;
- Б) – погасання факела у топці;
- В) – вимкнення всіх димососів;
- Г) – вимкнення всіх дуйних вентиляторів;
- Д) – зниження рівня води нижче допустимого рівня.

108. В якому з випадків автоматично не припиняється подача палива в топку парових і водогрійних котлів:

- А) – погасання факела у топці;
- Б) – вимкнення всіх димососів;
- В) – вимкнення всіх дуйних вентиляторів;
- Г) – зниження рівня води нижче допустимого рівня;
- Д) – зниження тиску в котлі нижче технологічного рівня.

109. Найбільшу небезпеку за високої температури в системі компресорної установки являють:

- А) – пари води;
- Б) – пари металів;
- В) – продукти розкладу мастильних речовин;
- Г) – газоподібний кисень;
- Д) – інертні гази.

110. При стисненні газу у компресорі його температура зростає і визначається за формулою (T_1, T_2 – абсолютна температура газу відповідно до і після стиснення, K ; p_1, p_2 – тиск газу відповідно до і після стиснення, Па):

- А) – $T_2 = T_1 (p_1/p_2)$;
- Б) – $T_2 = T_1 (p_2/p_1)$;
- В) – $T_1 = T_2 (p_1/p_2)$;
- Г) – $T_1 = T_2 (p_2/p_1)$;
- Д) – $T_2 = T_1 (p_1 \cdot p_2)$.

111. Приведіть до відповідності речовину, що переміщується по трубопроводу, та її колір у промислових умовах:

- | | |
|------------------------------|----------------|
| А) вода; | 1) зелений; |
| Б) пара; | 2) червоний; |
| В) повітря; | 3) синій; |
| Г) горючі і негорючі гази; | 4) жовтий; |
| Д) кислоти; | 5) оранжевий; |
| Е) луги; | 6) фіолетовий; |
| Ж) горючі і негорючі рідини; | 7) коричневий; |
| З) інші речовини; | 8) сірий. |

112. Для транспортування яких речовин трубопровід фарбують у зелений колір?

- А) – вода;
- Б) – пара;
- В) – повітря;
- Г) – горючі і негорючі гази;
- Д) – кислоти;
- Е) – луги;
- Ж) – горючі і негорючі рідини;
- З) – інші речовини.

113. Для транспортування яких речовин трубопровід фарбують у червоний колір?

- А) – вода;
- Б) – пара;
- В) – повітря;
- Г) – горючі і негорючі гази;
- Д) – кислоти;
- Е) – луги;
- Ж) – горючі і негорючі рідини;
- З) – інші речовини.

114. Для транспортування яких речовин трубопровід фарбують у синій колір?

- А) – вода;
- Б) – пара;
- В) – повітря;
- Г) – горючі і негорючі гази;
- Д) – кислоти;
- Е) – луги;
- Ж) – горючі і негорючі рідини;
- З) – інші речовини.

115. Для транспортування яких речовин трубопровід фарбують у жовтий колір?

- А) – вода;
- Б) – пара;
- В) – повітря;
- Г) – горючі і негорючі гази;
- Д) – кислоти;
- Е) – луги;
- Ж) – горючі і негорючі рідини;
- З) – інші речовини.

116. Для транспортування яких речовин трубопровід фарбують в оранжевий колір?

- А) – вода;
- Б) – пара;

- В)○ – повітря;
- Г)○ – горючі і негорючі гази;
- Д)○ – кислоти;
- Е)○ – луги;
- Ж)○ – горючі і негорючі рідини;
- З)○ – інші речовини.

117. Для транспортування яких речовин трубопровід фарбують у фіолетовий колір?

- А)○ – вода;
- Б)○ – пара;
- В)○ – повітря;
- Г)○ – горючі і негорючі гази;
- Д)○ – кислоти;
- Е)○ – луги;
- Ж)○ – горючі і негорючі рідини;
- З)○ – інші речовини.

118. Для транспортування яких речовин трубопровід фарбують у коричневий колір?

- А)○ – вода;
- Б)○ – пара;
- В)○ – повітря;
- Г)○ – горючі і негорючі гази;
- Д)○ – кислоти;
- Е)○ – луги;
- Ж)○ – горючі і негорючі рідини;
- З)○ – інші речовини.

119. Для транспортування яких речовин трубопровід фарбують у сірий колір?

- А)○ – вода;
- Б)○ – пара;
- В)○ – повітря;
- Г)○ – горючі і негорючі гази;
- Д)○ – кислоти;
- Е)○ – луги;
- Ж)○ – горючі і негорючі рідини;
- З)○ – інші речовини.

120. Приведіть до відповідності види небезпек та кольори сигнальних кілець, що наносяться на трубопроводи:

- А) легкозаймисті, вибухо- і вогненебезпечні речовини; 1) червоні;
- Б) шкідливі і небезпечні речовини; 2) жовті;
- В) безпечні і нейтральні речовини; 3) зелені.

121. Для транспортування яких речовин на трубопроводи наносять червоні кільця?

- А)○ – легкозаймисті, вибухо- і вогненебезпечні речовини;

Б)○ – шкідливі і небезпечні речовини;

В)○ – безпечні і нейтральні речовини.

122. Для транспортування яких речовин на трубопроводи наносять жовті кільця?

А)○ – легкозаймисті, вибухо- і вогненебезпечні речовини;

Б)○ – шкідливі і небезпечні речовини;

В)○ – безпечні і нейтральні речовини.

123. Для транспортування яких речовин на трубопроводи наносять зелені кільця?

А)○ – легкозаймисті, вибухо- і вогненебезпечні речовини;

Б)○ – шкідливі і небезпечні речовини;

В)○ – безпечні і нейтральні речовини.

124. Безпечна експлуатація балонів забезпечується:

А)□ – необхідною механічною міцністю балонів і належним контролем за їх станом;

Б)□ – запобіганням помилковому наповненню балонів іншими газами;

В)□ – своєчасним фарбуванням зовнішньої поверхні балонів у відповідні кольори;

Г)□ – дотриманням правил наповнення, транспортування, зберігання та використання балонів;

Д)□ – дотримання терміну експлуатації балонів 1 рік.

125. Безпечна експлуатація балонів не забезпечується:

А)○ – необхідною механічною міцністю балонів і належним контролем за їх станом;

Б)○ – запобіганням помилковому наповненню балонів іншими газами;

В)○ – своєчасним фарбуванням зовнішньої поверхні балонів у відповідні кольори;

Г)○ – дотриманням правил наповнення, транспортування, зберігання та використання балонів.

126. Безпечна експлуатація балонів не забезпечується:

А)○ – необхідною механічною міцністю балонів і належним контролем за їх станом;

Б)○ – запобіганням помилковому наповненню балонів іншими газами;

В)○ – дотриманням правил наповнення, транспортування, зберігання та використання балонів;

Г)○ – дотримання терміну експлуатації балонів 1 рік.

127. У процесі експлуатації балони проходять освідчення, які включають:

А)□ – огляд внутрішньої (по змозі) поверхні балонів;

Б)□ – огляд зовнішньої поверхні балонів;

В)□ – перевірку маси та міцності;

Г)□ – гідравлічні випробовування;

Д)□ – газодинамічні випробовування.

128. При технічному освідченні балонів не виконують:

- А)○ – огляд внутрішньої (по змозі) поверхні балонів;
- Б)○ – огляд зовнішньої поверхні балонів;
- В)○ – перевірку маси та міцності;
- Г)○ – гідравлічні випробовування;
- Д)○ – газодинамічні випробовування.

129. За якої глибини пошкоджень поверхонь балонів (тріщини, вм'ятини, раковини), що виявлені при їх огляді, вони вибраковуються?

- А)○ – понад 2 % ;
- Б)○ – понад 4 % ;
- В)○ – понад 6 % ;
- Г)○ – понад 8 % ;
- Д)○ – понад 10 % .

130. Якою повинна бути величина пробного тиску при проведенні гідравлічних випробовувань балонів при освідченні?

- А)○ – не менше ніж потрійне значення робочого тиску;
- Б)○ – не менше ніж подвійне значення робочого тиску;
- В)○ – не менше ніж півтора значення робочого тиску;
- Г)○ – не менше ніж значення робочого тиску;
- Д)○ – не менше ніж половинне значення робочого тиску.

131. Приведіть до відповідності кольори, в які фарбують балони, де зберігаються різні гази:

- | | |
|--------------|-------------------|
| А) азот; | 1) чорний; |
| Б) аміак; | 2) жовтий; |
| В) ацетилен; | 3) білий; |
| Г) бутан; | 4) червоний; |
| Д) водень; | 5) темно-зелений; |
| Е) повітря; | 6) фіолетовий; |
| Ж) кисень; | 7) голубий; |
| З) хлор; | 8) захисний. |

132. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять азот?

- А)○ – чорний;
- Б)○ – жовтий;
- В)○ – білий;
- Г)○ – червоний;
- Д)○ – темно-зелений;
- Е)○ – фіолетовий;
- Ж)○ – голубий;
- З)○ – захисний.

133. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять аміак?

- А)○ – чорний;
- Б)○ – жовтий;
- В)○ – білий;
- Г)○ – червоний;
- Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

134. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять ацетилен?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

В)○ – білий;

Г)○ – червоний;

Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

135. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять бутан?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

В)○ – білий;

Г)○ – червоний;

Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

136. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять водень?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

В)○ – білий;

Г)○ – червоний;

Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

137. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять повітря?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

В)○ – білий;

Г)○ – червоний;

Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

138. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять кисень?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

В)○ – білий;

Г)○ – червоний;

Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

139. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять сірководень?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

В)○ – білий;

Г)○ – червоний;

Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

140. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять вуглекислоту?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

В)○ – білий;

Г)○ – червоний;

Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

141. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять хлор?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

В)○ – білий;

Г)○ – червоний;

Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

142. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять всі інші горючі гази, крім аміаку, ацетилену, хлору, водню та сірководню?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

В)○ – білий;

Г)○ – червоний;

Д)○ – темно-зелений;

Е)○ – фіолетовий;

Ж)○ – голубий;

З)○ – захисний.

143. В який колір необхідно фарбувати балони, що містять негорючі гази?

А)○ – чорний;

Б)○ – жовтий;

- В)○ – білий;
- Г)○ – червоний;
- Д)○ – темно-зелений;
- Е)○ – фіолетовий;
- Ж)○ – голубий;
- З)○ – захисний.

144. Основним пристроєм, що забезпечує безпеку при експлуатації балонів, є:

- А)○ – запобіжний клапан;
- Б)○ – манометр;
- В)○ – термометр;
- Г)○ – показчик рівня води;
- Д)○ – редуктор.

145. До основного пристрою, що забезпечує безпеку при експлуатації балонів не відносяться:

- А)□ – запобіжний клапан;
- Б)□ – манометр;
- В)□ – термометр;
- Г)□ – показчик рівня води;
- Д)□ – редуктор.

146. Залишковий тиск газу в балоні повинен бути не менше:

- А)○ – 0,01 МПа;
- Б)○ – 0,02 МПа;
- В)○ – 0,03 МПа;
- Г)○ – 0,04 МПа;
- Д)○ – 0,05 МПа.

147. Балони з газом повинні знаходитися від радіаторів опалення та інших опалювальних приладів на відстані не менше:

- А)○ – 1 м;
- Б)○ – 2 м;
- В)○ – 3 м;
- Г)○ – 4 м;
- Д)○ – 5 м.

148. Балони з газом повинні знаходитися від джерел відкритого вогню на відстані не менше:

- А)○ – 1 м;
- Б)○ – 2 м;
- В)○ – 3 м;
- Г)○ – 4 м;
- Д)○ – 5 м.

149. – це речовини або суміш речовин, що знаходяться за криогенних температур 0 – 120 К.

150. Криогенні продукти – це ... або ... речовин, що знаходяться за криогенних температур 0 – 120 К.

151. Кріогенні продукти – це речовини або суміш ... , що ... за кріогенних температур 0 – 120 К.

152. Кріогенні продукти – це речовини або суміш речовин, що знаходяться за ... 0 – 120 К.

153. Кріогенні продукти – це речовини або суміш речовин, що знаходяться за кріогенних температур ... – ... К. 154. До основних кріогенних продуктів належать продукти низькотемпературного поділу повітря:

- А) – азот;
- Б) – аміак;
- В) – аргон;
- Г) – водень;
- Д) – гелій;
- Е) – ізооктан;
- Ж) – кисень;
- З) – криптон;
- И) – метан;
- К) – озон;
- Л) – фтор.

155. При роботі з кріогенними продуктами можливі наступні небезпеки:

- А) – опіки відкритих ділянок тіла та очей;
- Б) – обмороження;
- В) – руйнування устаткування;
- Г) – витік кріогенних продуктів;
- Д) – вибухове руйнування устаткування;
- Е) – збільшення електромагнітного опромінення.

156. Чим повинно бути обов'язково обладнане приміщення, в якому використовуються чи зберігаються кріогенні продукти?

- А) – системою опалення;
- Б) – аварійними виходами;
- В) – засобами пожежогасіння;
- Г) – припливно-витяжною вентиляцією;
- Д) – системою аварійного освітлення.

3.1.2 Безпека під час вантажно-розвантажувальних робіт

Безпека при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт значно залежить від групи, класу, та категорії вантажу.

В залежності від небезпеки, яка виникає під час навантажування, транспортування та розвантажування всі вантажі поділяються на чотири групи:

- 1 – малонебезпечні (будматеріали, продукти харчування тощо);
- 2 – небезпечні за своїми розмірами;

3 – пилові та гарячі (цемент, крейда, вапно, асфальт, бітум і т. п.);

4 – небезпечні за своїми властивостями (пожежо- та вибухонебезпечні, отруйні, токсичні, радіоактивні речовини тощо).

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт з вантажами третьої та четвертої груп необхідно використовувати засоби індивідуального захисту.

Вантажі, які є небезпечними за своїми властивостями відповідно до ДСТУ 4500-3:2008 підрозділяються на дев'ять класів:

1 – вибухові речовини;

2 – стиснені, зріджені та розчинені гази під тиском;

3 – легкозаймисті рідини, суміші рідин, які виділяють легкозаймисті пари, температура спалаху яких становить 61 °С і нижче;

4 – легкозаймисті речовини та матеріали, які здатні займатися внаслідок тертя, нагрівання, поглинання вологи, самочинних хімічних перетворень;

5 – окиснювальні речовини, які легко виділяють кисень;

6 – отруйні та інфекційні речовини;

7 – радіоактивні речовини;

8 – їдкі та корозійно активні речовини;

9 – речовини з відносно низькою безпекою, однак при перевезенні та зберіганні яких необхідно дотримуватись певних вимог безпеки.

На упаковці з небезпечними вантажами, крім стандартного маркування, необхідно нанести знак безпеки. Цей знак має форму квадрата, окантованого чорною рамкою, що повернений на кут і поділений на два однакових трикутники. У верхньому трикутнику наносять символ безпеки, а у нижньому роблять напис про небезпечність вантажу та номер класу.

За масою одного місця вантажі поділяються на три категорії:

1 – масою менше ніж 80 кг, а також сипкі, дрібноштучні, і такі, що перевозяться навалюванням;

2 – масою від 80 до 500 кг;

3 – масою понад 500 кг.

Відповідними нормативними актами регламентовані граничні норми підймання та переміщення важких речей (вантажів) одним працівником вручну:

– для чоловіків, старших 18 років – 50 кг (допускається перенесення вантажу вагою до 80 кг на відстань по горизонталі не більшу ніж 25 м за умови, що вантаж піднімають на спину і знімають інші вантажники);

– для жінок, старших 18 років – 10 кг при чергуванні з іншою роботою та 7 кг при постійній роботі з вантажами протягом зміни;

– для юнаків та дівчат 16-17 років при короткочасній роботі відповідно 14 кг та 7 кг, а 17-18 років – 16 кг та 8 кг.

При вазі вантажів понад 50 кг, а також при підйманні вантажів на висоту понад 3 м обов'язково необхідно застосовувати механізований спосіб проведення вантажно-розвантажувальних робіт, використовуючи при цьому механічні пристосування та підйимально-транспортні механізми.

Майданчики для проведення вантажно-розвантажувальних робіт повинні

мати рівне та тверде покриття з ухилом не більше ніж 5, а також природне та штучне освітлення. У місцях проведення вантажно-розвантажувальних робіт необхідно встановити знаки безпеки, відповідно до ДСТУ EN ISO 7010:2019.

Вантажно-розвантажувальні роботи необхідно проводити під керівництвом відповідальної особи, призначеної в установленому порядку. Така особа перевіряє до початку роботи і під час роботи справність підіймально-транспортних машин та механізмів, такелажного та іншого інвентарю, інструктує працівників, пояснює послідовність виконання операцій, слідкує, щоб у зоні проведення робіт не було сторонніх осіб тощо. При виникненні небезпечних ситуацій особа, що відповідає за проведення вантажно-розвантажувальних робіт повинна негайно вжити запобіжних заходів, а якщо необхідно – припинити роботи до усунення небезпеки.

До роботи з підіймально-транспортними механізмами та пристроями допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд і спеціальне навчання, склали іспит кваліфікаційній комісії і одержали посвідчення.

Підвищені вимоги безпеки регламентуються для вантажно-розвантажувальних робіт та транспортування небезпечних вантажів. Такі роботи належить проводити у спеціально відведених місцях з дотриманням відповідних вимог безпеки. При пошкодженні тари небезпечного вантажу, відсутності маркування та попереджувальних написів на ній, а також при метеорологічних умовах, що впливають на фізико-хімічні властивості вантажу (наприклад підвищують його токсичність), забороняється проводити вантажно-розвантажувальні роботи. Небезпечні вантажі не допускається перевозити на транспортних засобах, які для цього не пристосовані. Легкозаймісті рідини належить транспортувати спеціалізованими транспортними засобами, які мають відповідні написи та заземлення у вигляді металевого ланцюга із загостренням на кінці. Балони, наповнені стисненим, зрідженим або розчиненим газом необхідно перевозити на підресореному транспортному засобі поперек кузова у закріпленому стані, що не допускає їх співударяння. Перевозити балони у вертикальному положенні допускається лише у спеціальних контейнерах. Легкозаймісті рідини та балони з газом необхідно перевозити транспортними засобами, які обладнані іскрогасниками на вихлопних трубах.

Для забезпечення безпеки важливе значення має також дотримання встановлених правил складування вантажів.

Вантажно-розвантажувальні роботи можна умовно підрозділити на три групи:

- ручні роботи щодо підіймання та переміщення вантажу;
- підіймання та перевезення вантажу за допомогою механічних пристосувань (лебідок, блоків, домкратів, візків, спусків);
- піднімання та перевезення вантажів за допомогою спеціальних машин та механізмів (кранів, ліфтів, автотранспортувачів, конвеєрів, авто- та електрокарів).

Для кожної групи вантажно-розвантажувальних робіт характерні свої небезпеки, що можуть призвести до нещасних випадків.

Основні причини нещасних випадків при ручних вантажно-розвантажувальних роботах

При ручних роботах щодо підймання та переміщення вантажу нещасні випадки, зазвичай, стаються внаслідок невідповідності місця та умов роботи вимогам з охорони праці. Тому необхідно, щоб місце виконання вантажно-розвантажувальних робіт було достатньо освітлене, ширина проходів відповідала нормі, підлога та платформи були рівними, неслизькими, не мали щілин, вибоїн, набитих планок та цвяхів. Часто травмування робітників стаються при перенесенні вантажів у неміцній чи пошкодженій тарі (з задирками, цвяхами та обв'язувальним дротом, що стирчать тощо), а також у жорсткій тарі без захисних рукавиць. Відсутність спеціальної підготовки та необхідних навичок при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт також є частою причиною нещасних випадків. Порушення правил складування вантажів може призвести до травмування робітників. При частих підйманнях та перенесеннях вантажів на значні відстані можливе фізичне перевантаження організму робітника. При підніманні вантажу, вага якого перевищує допустиму норму, вантаж може придавити робітника.

Основні причини нещасних випадків при роботі з механічними пристосуванням

При таких роботах, зазвичай, нещасні випадки стаються внаслідок падіння вантажу. У блоках можливе зісковзування каната чи ланцюга та заклинювання їх між блоком і його корпусом. При цьому вантаж може впасти та травмувати робітника. Часті випадки травмування рук при встановленні каната чи ланцюга, що зісковзнув, на місце.

При роботі з талями можливе зісковзування каната або ланцюга, поломка осей чи катків, і, як наслідок, падіння вантажу. В пневматичних телях падіння вантажу можливе при поломках чи неправильному регулюванні засобів пневматики.

При роботі з домкратами та лебідками можливі спрацювання та поломка шестерень, храповиків, гвинтів та інших деталей, що може спричинити падіння вантажу. При використанні домкратів падіння вантажу може також статися внаслідок невірної установки домкрата чи самовільного переміщення вантажу при поганій його фіксації.

Спуски використовують вагу вантажу для переміщення його вниз по похилій площині. Неправильний вибір кута нахилу та відсутність захисних бортів можуть спричинити зісковзування вантажу і травмування ним людей, що знаходяться поруч.

Основні причини нещасних випадків при роботі з підйимально-транспортними машинами та механізмами

Найчастіше нещасні випадки та аварії при роботі з підйимально-транспортними машинами стаються внаслідок неправильної організації робіт і відсутності належного контролю, помилок або невідповідності виконуваних робіт підйимально-транспортних механізмів та машин, відсутності або несправності запобіжних пристосувань, зачепленні вантажем при його підйманні, переміщенні чи опусканні людей, устаткування, споруд, ліній електропередач тощо.

Більшість машин та механізмів, призначених для підймання та переміщення вантажів оснащені електроприводами, тому часто причинами нещасних випадків та аварій є порушення вимог електробезпеки. При роботі кранів найчастіше випадки падіння вантажів і спричинені цим, нещасні випадки стаються із-за недостатньої міцності канатів та ланцюгів і незадовільної роботи гальмівних пристроїв. Падіння вантажу може також статися при поганому зачепленні вантажу, його неправильному стропуванні, застосуванні канатів, що не відповідають прикладеним навантаженням. Причиною аварій та нещасних випадків може бути також подача невірних знаків кранівнику недосвідченим робітником.

Причиною аварії ліфта чи підйімача може стати їх перевантаження, несправність дверей, запобіжних чи блокувальних пристроїв.

При роботі на автотранспортувачах, електро- та автокарах причиною аварії та травматизму в більшості випадків є перевищення допустимої швидкості руху, великі габарити вантажу та його невірне укладання.

Основною небезпекою при роботі на конвеєрі є можливість доторкання працівника до його рухомих частин. При роботі стрічкового конвеєра можливий розрив стрічки та падіння вантажів, що знаходяться на ній.

Безпека вантажопідйимального обладнання

До вантажопідйимального обладнання належать: вантажопідйимальні пристрої та механізми (лебідки, домкрати, блоки), вантажопідйимальні крани (баштові, мостові, козлові, кран-балки, тельфери), ліфти та підйімачі.

Безпека вантажопідйимального обладнання забезпечується їх проектуванням, виготовленням та експлуатацією відповідно до вимог нормативних документів. Найбільш відповідальними елементами вантажопідйимального обладнання є несучі органи (канати, ланцюги, гаки), які в процесі роботи зазнають найбільшого зносу та навантаження. Тому їх необхідно розраховувати з великим запасом міцності.

Оскільки несучі органи є найбільш відповідальними елементами вантажопідйимального обладнання, то за їх станом необхідно здійснювати постійний контроль.

Для створення безпечних умов роботи вантажопідйимального обладнання необхідно забезпечити надійне фіксування каната чи ланцюга на гаку і не допустити падіння вантажу.

Для забезпечення безпеки вантажопідіймальні пристрої та механізми з ручним приводом повинні мати храповий пристрій, який запобігає падінню вантажу, при його підйманні. У гідравлічних домкратах для цього передбачено зворотний клапан. У диференційному блоці виконується пристрій, який забезпечує самогальмування вантажу на будь-якій висоті як при його підйманні, так і при опусканні. Таким пристроєм може слугувати черв'ячна передача або храповий механізм.

Лебідки з ручним приводом оснащуються безпечними ручками, які являють собою один конструктивний вузол, що складається з ручки, храпового механізму та гальма. Електричні лебідки оснащені гальмівними колодками, які автоматично спрацьовують при вимкненні електродвигуна.

Відповідно до «Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів» перед пуском у роботу вантажопідіймальні крани підлягають реєстрації в органах Держпраці.

Не підлягають реєстрації:

- крани усіх типів з ручним приводом;
- крани пересувні (талі) або поворотні консольні вантажопідйомністю до 10 т включно, керування якими здійснюється з підлоги за допомогою кнопочового апарата та інші.

Для вантажопідіймальних кранів, що підлягають реєстрації, перед пуском у роботу, після ремонту, реконструкції, встановлення на новому місці необхідно отримати дозвіл у органах Держпраці.

З метою перевірки відповідності вимогам безпеки вантажопідіймальні крани підлягають *періодичному технічному освідченню*:

- *частковому* – не рідше одного разу на рік;
- *повному* – не рідше одного разу на 3 роки.

Повне технічне освідчення включає огляд, статичне та динамічне випробовування. При *частковому* освідченні випробовування не проводяться. Під час огляду перевіряють стан крану і його механізмів, металоконструкцій, блоків, сталевих канатів та їх кріплення, надійність встановлення крану, стан колії та її заземлення, відповідність маси противаги та балансу величинам, що вказані у паспорті крану. Крім того, перевіряють роботу електрообладнання та механізмів крану, приладів та пристроїв безпеки, гальма, апаратів керування, сигналізації і т. п.

Статичне випробовування має на меті перевірити міцність і вантажну стійкість крану. При такому випробовуванні вантаж масою, що на 25% перевищує вантажопідйомність крану піднімається на висоту 2-3 м і витримується 10 хвилин. Після цього вантаж опускається і перевіряється відсутність залишкової деформації, тріщин та інших пошкоджень.

Динамічне випробовування проводиться з метою перевірки працездатності механізмів та надійності гальмівних пристроїв. Результати технічного освідчення записуються у паспорт крану із зазначенням терміну наступного освідчення.

Наказом по підприємству призначається інженерно-технічний працівник,

відповідальний за справний стан та безпечну експлуатацію вантажопідіймальних машин та механізмів.

В залежності від типу вантажопідіймальні крани повинні бути обладнані відповідними приладами та пристроями безпеки: кінцевими вимикачами, обмежувачем вантажопідйомності, протиугінними пристроями, блокуваннями, сигналізацією і т. п.

Ліфти призначені для переміщення людей та вантажів між поверхами. Вони підрозділяються на пасажирські, вантажопасажирські, вантажні з провідником, вантажні без провідника, вантажні малі вантажопідйомністю до 160 кг включно (площа підлоги кабіни 0,9 м², висота 1,0 м).

Основним нормативно-технічним документом, який регламентує безпечну експлуатацію ліфтів є «Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів». Відповідно до цього документу перед пуском у роботу ліфти всіх типів, крім вантажних малих вантажопідйомністю до 160 кг включно, підлягають реєстрації в органах Держпраці. Цим же органом видається дозвіл на початок експлуатації ліфта на підставі акту технічної готовності та результатів первинного технічного освідчення. Періодичні технічні освідчення проводяться не рідше ніж один раз на рік і включають огляд, статичне та динамічне випробовування.

Відповідальність за технічний стан та безпечну експлуатацію ліфтів покладаються наказом на особу технічної адміністрації підприємства, якому належить ліфт, або на особу спеціалізованої організації, яка здійснює за договором нагляд за ліфтами.

Ліфти повинні бути оснащені запобіжними та блокувальними пристроями. Найважливішими з таких пристроїв є: дверні контакти, автоматичні дверні затвори, уловлювачі, кінцеві вимикачі, обмежувачі швидкості та вантажопідйомності.

До обслуговування ліфтів допускаються особи не молодші 18 років, які закінчили спеціальні курси і отримали посвідчення.

Вантажно-розвантажувальні пункти і склади

Великим резервом підвищення ефективності роботи автомобільного транспорту є зниження часу простоїв під час здійснення вантажно-розвантажувальних робіт. Під час виконання перевезень, у залежності від виду вантажу, вантажопідйомності рухомого складу, способу виконання вантажно-розвантажувальних робіт, а також додаткових операцій встановлено норми простоїв автомобілів, наведені в таблицях 3.3 – 3.8

Час навантаження – розвантаження вантажів розраховуємо за формулою:

$$t_{np} = t_n + t_p + t_{доо}, \quad (3.3)$$

де t_n – час навантаження;

t_p – час розвантаження;

$t_{доо}$ – додатковий час на одне зважування.

Таблиця 3.3 – Норми часу простою рухомого складу
в пунктах навантаження та розвантаження

Вантажопідйомність автомобіля (автопоїзда), т	Для накидних вантажів, у тому числі й в'язких та полув'язких, хв.		Для інших вантажів, у тому числі будівельних розчинів, хв.	
	навантаж.	розвантаж.	навантаж.	розвантаж.
1	2	3	4	9
<i>а) механізований спосіб виконання вантажно-розвантажувальних робіт, хв (крім автоцистерн та самоскидів, робота яких оплачується за виключними тарифами)</i>				
<i>У пунктах навантаження – розвантаження, крім автомобілів-самоскидів</i>				
До 1,5 т включно	4	4	9	9
1	2	3	4	9
Більше 1,5 до 2,5 включно	5	5	10	10
Більше 2,5 до 4,0 включно	6	6	12	12
Більше 4,0 до 7,0 включно	7	7	15	15
Більше 7,0 до 10,0 включно	8	8	20	20
Більше 10,0 до 15,0 включно	10	10	25	25
Більше 15,0 до 20,0 включно	14	13	35	32
Більше 20,0 до 30,0 включно	19	15	45	40
Більше 30,0 до 40,0 включно	26	20	63	49
Більше 40	38	25	90	60
<i>У пунктах розвантаження для автомобілів-самоскидів</i>				
До 7,0 т включно	-	4	-	-
Більше 7,0 до 10,0 включно	-	6	-	8
Більше 10,0 до 15,0 включно	-	9	-	12
Більше 15,0 до 20,0 включно	-	16	-	14
Більше 20	-	24	-	27
<i>б) немеханізований засіб навантаження – розвантаження</i>				
До 1,5 т включно	14	8	19	13
Більше 1,5 до 2,5 включно	15	10	20	15
Більше 2,5 до 4,0 включно	18	12	24	18
Більше 4,0 до 7,0 включно	21	14	29	22
Більше 7,0 до 10,0 включно	25	16	37	28
Більше 10,0 до 15,0 включно	30	19	45	34

Закінчення таблиці 3.3

1	2	3	4	9
Більше 15,0 до 20,0 включно	35	21	56	0
Більше 20,0 до 30,0 включно	50	27	76	52
Більше 30,0 до 40,0 включно	61	3	98	64
Більше 40	78	45	130	80

Таблиця 3.4 – Норми часу простою автомобілів-самоскидів (автопоїздів), (робота оплачується за винятковими тарифами)

Вантажопідйомність автомобіля-самоскида (автопоїзда), т	Навантаження, хв	Розвантаження, хв
До 3,5 включно	2	1
Понад 3,5 до 5,0 включно	2,2	1,8
Понад 5,0 до 10,0 включно	3	2
Понад 10,0 до 25,0 включно	3,2	2,8
Понад 25,0 до 30,0 включно	5	3
Понад 30,0 до 40,0 включно	7	4
Понад 40,0	10	0

Таблиця 3.5 – Норми часу простою автомобілів-цистерн під час наливу або зливу наливних вантажів

Вантажопідйомність автомобіля, на шасі якого змонтована автоцистерна, т (номінальна експлуатаційна місткість цистерни, тис. л)	Налив або злив вантажів, хв		
	Рідких	в'язких	асенізаційних
До 1,5 включно	7	10	11
Понад 1,5 до 3,0 включно	11	14	17
Понад 3,0 до 5,0 включно	15	19	23
Понад 5,0 до 7,0 включно	18	23	28
Понад 7,0 до 10,0 включно	22	28	33
Понад 10,0 до 15,0 включно	26	33	38
Понад 15,0 до 20,0 включно	28	37	43
Понад 20,0 до 25,0 включно	32	42	50
Понад 25,0	39	49	60

Таблиця 3.6 – Норми часу простою автомобілів-цистерн під час наливу і зливу наливних вантажів

Експлуатаційний об'єм цистерни, м ³	Норма часу на експлуатаційний об'єм цистерни, хв					
	Самопливом		За допомогою насоса		Налив за допомогою насосів, злив самопливом і навпаки	
	Вантажі харчові й світлі нафто-продукти	Темні нафто-продукти	Вантажі харчові й світлі нафто-продукти	Темні нафто-продукти	Вантажі харчові й світлі нафто-продукти	Темні нафто-продукти
До 1,5	14	19	13	16	13,5	17,5
Понад 1,5 до 3,0	22	28	18	22	20	25
Понад 3,0 до 5,0	30	37	24	30	27	33,5
Понад 5,0 до 7,0	36	46	29	37	32	41,5
Понад 7,0 до 10,0	44	56	36	45	40	50,5
Понад 10,0 до 15,0	50	65	47	58	48,5	61,5
Понад 15,0 до 20,0	58	74	52	67	55	70,5
Понад 20,0	65	84	59	75	62	79,5

Таблиця 3.7 – Норми часу простою автомобілів-цистерн під час навантаження через верхні люки і розвантаження гравітаційним і пневматичним способами

Експлуатаційний об'єм цистерни, м ³ , тис. л	Норми часу на експлуатаційний об'єм цистерни, хв	
	Борошниста сировина	Будівельні матеріали
До 3	15	14
Понад 3,0 до 5,0	21	19
Понад 5,0 до 7,0	26	24
Понад 7,0 до 10,0 включно	36	33
Понад 10,0 до 15,0 включно	46	41
Понад 15,0 до 20,0 включно	54	49
Понад 20,0	64	58

Таблиця 3.8 – Норми часу на виконання вантажно-розвантажувальних робіт під час перевезення вантажів у контейнерах

Маса (брутто) контейнера	Механізоване навантаження одного навантаженого або порожнього контейнера на автомобіль або розвантаження його з автомобіля, хв.	Навантаження вантажів у контейнер або вивантаження з нього без зняття з автомобіля, хв	
		Перший	Другий і кожен наступний у даній їзді
0,63	4	10	7
1,25	4	15	10
2,5 – 3,0	7	25	20
5,0	7	31	25
10,0	10	51	41
20,0	10	82	70
25,0	12	97	-
30,0	12	115	-

Таблиця 3.9 – Норми часу на виконання додаткових операцій у процесі виконання навантаження – розвантаження вантажів

№ з/п	Найменування додаткових операцій	Хв.
1	2	3
1	Зважування вантажу на автомобільних вагах: - на кожне визначення ваги вантажу в кожному автомобілі, напівпричепі або причепі незалежно від класу вантажу і вантажопідйомності автомобіля, напівпричепа, прицепа (зважування порожнього і навантаженого автомобіля, прицепа, напівпричепа); - на кожне визначення ваги вантажу в автопоїзді (при одночасному зважуванні навантаженого або порожнього автомобіля разом із причепом або напівпричепом) незалежно від класу вантажу і вантажопідйомності автомобіля.	4 4
2	Зважування або переваження вантажу на десяткових або сотенних вагах на автомобіль (автопоїзд) вантажопідйомністю: - до 4 вкл.; - понад 4 до 7 вкл.; - понад 7.	9 13 18
3	Перерахування вантажних місць на кожному автомобілі, причепі або напівпричепі незалежно від класу вантажу і вантажопідйомності	4
4	Заїзд у кожен проміжний пункт навантаження або розвантаження незалежно від вантажопідйомності автомобіля (автопоїзда)	9
5	Навантаження і розвантаження промислових і продовольчих вантажів, що вимагають особливої обережності (скло, порцелянові та фаянсові вироби, рідина різна в скляній тарі, музичні інструменти, телевізори, радіотовари, прилади, меблі), а також маленьких вантажів, що перевозяться навалом або в дрібному упакуванні й потребують перерахування (білизна, взуття, головні убори, одяг, галантерея, трикотаж, тканини різні, паперові вироби, книги, іграшки, хліб, маленькі хлібобулочні та кондитерські вироби, баштанні культури, овочі, фрукти, ягоди, зелень городня, м'ясо і м'ясопродукти, риба і рибопродукти, молочні продукти, яйця)	25% від основної норми
6	Лабораторний аналіз зерна, буряка цукрового, овочів, картоплі, плодів, винограду, баштанних культур, продукції льону й коноплі	За згодою сторін у залежності від конкретних умов
7	Аналіз молока на кислотність і жирність	Те ж
8	Промивання, дезінфекція і пропарювання автомобілів (причепів, напівпричепів)	Те ж
9	Заповнення цистерн наливним вантажем і злив з них за допомогою насосів або вручну	Те ж
10	Навантаження пилоподібних накидних вантажів (борошно, цемент і т.д.) у цистерни і розвантаження їх з автоцистерн за допомогою пневмосистеми	Те ж
11	Розвантаження деталей і конструкцій будинків і споруджень, коли будівництво здійснюється методом монтажу безпосередньо з транспортних засобів	Те ж
12	Навантаження і розвантаження вантажів, що вимагають під час перевезення спеціальних пристроїв для їхнього кріплення	Те ж

Приклад 1. Автомобіль ЗІЛ-432930 перевозить насіннєве зерно з елеватора в зернохочище. За чотири їздки автомобіль простояв під навантаженням і розвантаженням і при визначенні маси зерна $t_{нрфакт} = 4$ год. Розрахувати нормативний основний і додатковий час простою автомобіля за день, а також наднормативний простій, з огляду на те, що за одну їздку автомобіль зважується 4 рази. Навантаження зерна на елеваторі здійснюється механізованим способом, розвантаження зерна в радгоспі – вручну.

Розв'язання.

Час навантаження автомобіля ЗІЛ-432930 вантажопідйомністю 6 т складає 7 хвилин, а розвантаження 14 хвилин за нормами (таблиця 6.4).

Додатковий час на визначення маси зерна 4 хв. на одне зважування (таблиця 6.10). Загальний час навантаження-розвантаження визначаємо за формулою (3.1):

$$t_{нр} = t_n + t_p + t_{дод} = 7 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 4 \cdot 4 \cdot 4 = 148 \text{ хв.}$$

Наднормативний простій склав:

$$\Delta t = 4 \cdot 60 - 148 = 92 \text{ хв.} = 1,53 \text{ год}$$

Вантажно-розвантажувальні пункти і склади

Продуктивність автомобілів залежить від організації роботи і від вантажно-розвантажувальних пунктів і складів. Для швидкості прийому і відправлення вантажів необхідно мати достатню кількість високопродуктивних вантажно-розвантажувальних машин і пристроїв, упоряджені площадки для маневрування автомобілів, вагове господарство, складські приміщення.

Фронт (довжина) навантаження або розвантаження автомобілів (м):

- при торцевому розміщенні автомобілів

$$L_{\phi} = N_{н(р)} \cdot (B_a + b) + b; \quad (3.4)$$

- при бічному розміщенні згідно

$$L_{\phi} = N_{н(р)} \cdot (L_a + a) + a; \quad (3.5)$$

де $N_{н(р)}$ – кількість постів навантаження – розвантаження;

B_a , L_a – відповідно ширина та довжина автомобіля, м;

b , a – відповідно відстань між автомобілями при торцевій та бічній схемах їх розміщення, м.

Пропускна здатність посту (т/год або авт./год):

$$M_T = \frac{1}{t_T \cdot \eta_H} \text{ або } M_a = \frac{1}{t_T \cdot q_H \cdot \gamma \cdot \eta_H}, \quad (3.6)$$

де t_T – час навантаження чи розвантаження 1 тони вантажу, хв;
 η_H – коефіцієнт нерівномірності прибуття автомобілів під навантаження;
 q_H – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;
 γ – статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Добова продуктивність поста (т/добу або авт./добу):

$$Q_T^n = M_T \cdot T_M = \frac{T_M}{t_T \cdot \eta_H} \text{ або } Q_a^n = M_a \cdot T_M = \frac{T_M}{t_T \cdot q_H \cdot \gamma \cdot \eta_H}, \quad (3.7)$$

де T_M – час роботи механізмів, год.

Пропускна здатність пункту (т/год або авт./год):

$$P_T = M_T \cdot N_{H(p)} \text{ або } P_a = M_a \cdot N_{H(p)}. \quad (3.8)$$

Кількість постів навантаження або розвантаження:
- якщо задано добовий обсяг робіт:

$$N_{H(p)} = \frac{Q_{\text{доб}}}{Q_T^n} = \frac{Q_{\text{доб}} \cdot t_T \cdot \eta_H}{T_M}, \quad (3.9)$$

де $Q_{\text{доб}}$ – добовий обсяг робіт, т;

- якщо задано кількість автомобілів:

$$N_{H(p)} = \frac{A_{\text{доб}}}{Q_a^n} = \frac{A_{\text{доб}} \cdot t_T \cdot q_H \cdot \gamma \cdot \eta_H}{T_M}, \quad (3.10)$$

де $A_{\text{доб}}$ – добова кількість автомобілів, що обслуговуються, од.

Кількість постів навантаження або розвантаження, необхідна для безперебійної роботи заданої кількості автомобілів:

$$I = R = \frac{t_{\text{об}}}{A_x} = \frac{t_{H(p)} \cdot \eta_H}{N_{H(p)}}, \text{ звідси} \quad (3.11)$$

$$N_{H(p)} = \frac{A_x \cdot t_{H(p)} \cdot \eta_H}{t_{\text{об}}} \text{ або } N_{H(p)} = \frac{t_{H(p)} \cdot \eta_H}{I},$$

де A_x – кількість автомобілів, що необхідна для безперебійної роботи пункту, од.

$t_{H(p)}$ – час навантаження або розвантаження автомобіля, хв;

$t_{\text{об}}$ – час обертву автомобіля, хв;

I – інтервал руху автомобілів, хв.

Кількість автомобілів, що необхідна для забезпечення безперервної (ритмічної) роботи вантажно-розвантажувального пункту (од.):

$$A_x = \frac{t_{H(p)} \cdot N_{H(p)}}{t_{H(p)} \cdot \eta_H} = \frac{t_{об}}{R}, \quad (3.12)$$

де R – ритм роботи пункту, хв.

Необхідна кількість автомобілів для освоєння добового обсягу перевезень (од.):

$$A_x = \frac{t_{H(p)} \cdot N_{H(p)}}{t_{H(p)} \cdot \eta_H} = \frac{t_{об} \cdot Q_{доб} \cdot t_T \cdot \eta_H}{T_M \cdot t_{H(p)} \cdot \eta_H} = \frac{t_{об} \cdot Q_{доб}}{T_M \cdot q_H \cdot \gamma} = \frac{Q_{доб}}{Z_{об} \cdot q_H \cdot \gamma}, \quad (3.13)$$

де $Z_{об}$ – кількість обертів автомобілів, од.

Коефіцієнт місткості складу:

$$\psi_{скл} = \frac{E_{ф}}{E_{скл}}, \quad (3.14)$$

де $E_{ф}$ – фактична кількість вантажу на складі, т;

$E_{скл}$ – місткість складу, т.

Коефіцієнт використання площі складу:

$$\psi_n = \frac{F_{вант}}{F_{скл}}, \quad (3.15)$$

де $F_{вант}$ – площа складу, де знаходиться вантаж, м²;

$F_{скл}$ – загальна площа складу, м².

Коефіцієнт використання об'єму складу:

$$\psi_o = \frac{V_{вант}}{V_{скл}}, \quad (3.16)$$

де $V_{вант}$ – об'єм складу, де знаходиться вантаж, м³;

$V_{скл}$ – загальний об'єм складу, м³.

Пропускна здатність складу (т/добу):

$$\Pi_{скл} = \frac{F_{скл} \cdot \varepsilon}{T \cdot \varphi \cdot \eta_H}, \quad (3.17)$$

де ε – розрахункове навантаження на 1 м^2 підлоги складу, т/м^2 ;

φ – коефіцієнт, що враховує розміри складської площі, необхідної для проходів, проїздів, вагових пристроїв тощо;

T – термін зберігання вантажу, днів.

Приклад 2. На цукровому заводі після реконструкції території і побудови рампи з'явилася можливість торцевого встановлення автомобілів на пости навантаження. На завод прибувають щодня 7 автомобілів КамАЗ 43253 вантажопідйомністю 7,5 т, обладнані тентами. Відстань між автомобілями, встановленими в рампи, 2,5 м. Ширина автомобіля $B_a = 2,5$ м. Визначити довжину фронту навантаження на заводі, а також число постів, що забезпечують безперебійну роботу автомобілів. Коефіцієнт нерівномірності прибуття автомобілів під навантаження $\eta_H = 1,2$.

Показники роботи автомобілів:

Довжина їздки з вантажем $l_{із} = 10$ км; коефіцієнт використання пробігу на маршруті $\beta_{із} = 0,5$; технічна швидкість $V_T = 25$ км/год; час навантажування автомобіля $t_n = 24$ хв; розвантаження $t_p = 30$ хв.

Розв'язання.

Довжина фронту навантаження при торцевому розміщенні

$$L_\phi = N_{н(р)} \cdot (B_a + b) + b = 7 \cdot (2,5 + 2,5) + 2,5 = 3,5 \text{ м.}$$

Час обертву автомобіля

$$t_0 = \frac{l}{\beta \cdot V_T} + t_{np} = \frac{10}{0,5 \cdot 25} + \frac{(24 + 30)}{60} = 1,7 \text{ год.}$$

Число постів навантаження

$$N_{H(р)} = \frac{A_x \cdot t_{H(р)} \cdot \eta_H}{t_{об}} = \frac{7 \cdot 0,4 \cdot 1,2}{1,7} = 2 \text{ поста.}$$

Приклад 3. Визначити годинну пропускну здатність пункту в тоннах Π_T і в одиницях рухомого складу Π_a , якщо в пункті є 4 поста, вантажі перевозять автомобілі ЗІЛ-432930, час на навантаження однієї тонни вантажу 6 хв, автомобілі на пости навантаження прибувають рівномірно ($\eta_H = 1$), $\gamma = 1$.

Розв'язання.

Пропускна здатність пункту

$$\Pi_T = M_T \cdot N_{H(р)} = \frac{N}{t_T \cdot \eta_H} = \frac{4}{0,1 \cdot 1,0} = 40 \text{ т/год.}$$
$$\Pi_a = M_a \cdot N_{H(р)} = \frac{N}{t_T \cdot q \cdot \gamma \cdot \eta_H} = \frac{4}{0,1 \cdot 5 \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 8 \text{ авт/год.}$$

Приклад 4. Визначити необхідну кількість постів навантаження на підприємстві і кількість автомобілів для виконання перевезень тарно-штучних вантажів, якщо відомо, що перевезення виконують автомобілі КамАЗ 43253; $Q_{\text{доб}} = 500$ т; $T_M = 10$ год; час обертів автомобіля 1,07 год; час на навантаження 1 т вантажу 0,041 год; коефіцієнт нерівномірності прибуття автомобілів під навантаження – розвантаження $\eta_H = 1,2$.

Розв'язання.

Пропускна здатність одного поста навантаження

$$M_T = \frac{1}{t_T \cdot \eta_H} = \frac{1}{0,041 \cdot 1,2} = 20,3 \text{ т/год.}$$

Число постів навантаження

$$N_{H(p)} = \frac{Q_{\text{доб}}}{M_T \cdot T} = \frac{500}{20 \cdot 10} \approx 3 \text{ поста.}$$

Необхідна кількість автомобілів

$$A_x = \frac{t_{\text{об}} \cdot Q_{\text{доб}}}{T_M \cdot q_H \cdot \gamma} = \frac{500 \cdot 1,07}{10 \cdot 8 \cdot 1} = 6,7 \approx 7 \text{ автомобілів.}$$

Практичні завдання

1. Хлібобулочні вироби розвозять на торговельні точки на автомобілях-фургонах ЗІЛ-378806 вантажопідйомністю 2750 кг. Визначити час простою автомобіля згідно існуючих норм за один оберт при ручному навантаженні й розвантаженні, якщо вантаж доставляється у п'ять торговельних точок.

2. Перевезення зерна на елеватор здійснюються за допомогою автомобілів ЗІЛ-433110 вантажопідйомністю 7 т. Навантаження і розвантаження зерна виконують механізованим способом. За один оберт автомобіль зважується 4 рази. На елеваторі робиться аналіз зерна. Час, витрачений на аналіз зерна, складає 6 хв. Розрахувати час простою автомобіля за дві їздки згідно існуючих норм.

3. Автомобіль Урал 4320 з причепом за один оберт перевозить вісім контейнерів АУК-0,625. Навантаження і розвантаження контейнерів здійснюють механізованим способом. Визначити час навантаження та розвантаження контейнерів за п'ять обертів згідно існуючих норм.

4. Автомобіль ЗІЛ-432930 із причепом ГКБ-817 перевозить контейнери з контейнерної станції в магазин спорттоварів. Навантаження двох п'ятитонних контейнерів на станції здійснюють козловим краном, розвантаження виконують у магазині вручну без зняття контейнерів з автомобіля. Розрахувати час навантаження та розвантаження автопоїзда за один оберт згідно існуючих норм.

5. Силосну масу з-під силосозбирального комбайна перевозять

автопоїздами, що складаються з автомобілів ЗІЛ-432930 із двома причепами загальною вантажопідйомністю 15 т. Розвантажують силос волокушею. Визначити час навантаження та розвантаження автопоїзда за одну їзду згідно існуючих норм.

6. Визначити час на завантаження і злив бензину самозливом під час перевезення на автомобілі вантажопідйомністю 12 т, користуючись існуючими нормами.

7. Автомобіль-фургон ЗІЛ-37880М вантажопідйомністю 2100 кг возить медикаменти зі складу аптекоуправління в 4 аптеки міста в дрібному упакуванні, поступово розвантажуючись в дорозі. Немеханізований спосіб виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Визначити загальний час простою автомобіля під навантаженням і розвантаженням згідно існуючих норм.

8. Автомобіль-фургон ЗІЛ-37880 вантажопідйомністю 2,725 т розвозить книги в 4 магазини. Визначити загальний час простою під навантаженням і розвантаженням з урахуванням додаткових операцій, а також з урахуванням часу на перерахування книг при навантаженні і розвантаженні, користуючись існуючими нормами. Спосіб виконання вантажно-розвантажувальних робіт немеханізований.

9. П'ять автомобілів-самоскидів КамАЗ-65111 вантажопідйомністю $q_H = 10,25$ т вивозили пісок з кар'єру на бетонний завод. Навантаження піску у кар'єрі здійснювалися екскаватором. Визначити час простою одного і всіх автомобілів за одну їзду згідно існуючих норм.

10. Розрахувати планову кількість їздок автомобіля-самоскида МАЗ-55513 вантажопідйомністю 8,5 т на семигодинну зміну при оплаті праці за відрядними і за винятковими тарифами, якщо довжина їздки з вантажем $l_{i3} = 3,8$ км, технічна швидкість $V_T = 30$ км/год, коефіцієнт використання пробігу $\beta_{i3} = 0,5$.

11. Автомобіль-самоскид КамАЗ-43255 ($q_H = 7$ т) протягом 14 год перевозив вугілля з паливного складу в котельню. Вугілля на складі завантажують одноківшевим навантажувачем; довжина їздки з вантажем $l_{i3} = 6$ км; технічна швидкість $V_T = 30$ км/год; коефіцієнт використання пробігу $\beta_{i3} = 0,5$. Відповідно до подорожніх листів за день виконано 18 їздок. Розрахувати наднормативний простій при навантаженні та розвантаженні.

12. Автомобіль ГАЗ 33104 ($q_H = 4$ т) перевозить овочі з поля сільгоспу в торговельні точки міста; довжина їздки з вантажем $l_{i3} = 12$ км; технічна швидкість $V_T = 24$ км/год; час на маршруті $T_M = 11$ год; коефіцієнт використання пробігу $\beta_{i3} = 0,5$; коефіцієнт використання вантажопідйомності $\gamma = 1$. Навантаження та розвантаження немеханізоване. За одну їзду автомобіль зважують 4 рази на автомобільних вагах. Овочі розвозять у п'ять овочевих ларьків. Розрахувати денну продуктивність автомобіля, прийнявши норму часу простою під навантаженням та розвантаженням.

13. Норма часу на навантаження і розвантаження автомобіля-самоскида МАЗ 55513 ($q_H = 8,5$ т) під час перевезення накидних вантажів та при

застосуванні відрядних тарифів 13 хв., при застосуванні виключних тарифів – 5 хв. на одну їздку. Розрахувати, на скільки відсотків зросте добова продуктивність автомобіля у тонах, якщо час на маршруті $T_M = 14$ год, довжина їздки з вантажем $l_{із} = 3$ км, технічна швидкість $V_T = 30$ км/год, коефіцієнт використання пробігу $\beta_{із} = 0,5$; коефіцієнт використання вантажопідйомності $\gamma = 1$.

14. Скільки автомобілів-самоскидів МАЗ 55513 вантажопідйомністю 8,5 т замінять два автомобіля-вуглевоза БілАЗ-7514 вантажопідйомністю 120 т, якщо час роботи $T_p = 1$ год, довжина їздки з вантажем $l_{із} = 6$ км, технічна швидкість V_T автомобіля МАЗ – 30 км/год, БілАЗ-24 км/год; час навантаження – розвантаження $t_{нр}$ дорівнює 6 і 9 хв.; коефіцієнт використання пробігу $\beta_{із} = 0,5$; коефіцієнт використання вантажопідйомності $\gamma = 1$?

15. Розрахувати довжину фронту L_ϕ навантаження для автопоїздів, що складаються з автомобілів ЗІЛ-432930 із причепом при бічному розміщенні автомобілів, якщо довжина автомобіля $L_a = 13,4$ м, відстань між автомобілями $a = 5$ м; інтервал руху $I = 5$ хв.; час навантаження $t_H = 20$ хв.; коефіцієнт нерівномірності прибуття автомобілів під навантаження $\eta_H = 1,25$.

16. Добовий обсяг переробки вантажу $Q_{доб}$ на вантажному пункті 750 т; час роботи $T_M = 10$ год; час навантаження t_T 1 т вантажу дорівнює 4 хв.; коефіцієнт нерівномірності прибуття автомобілів під навантаження $\eta_H = 1$; довжина L_ϕ навантаження 24,5 м; ширина автомобіля $B_a = 2,5$ м. Розрахувати відстань b між двома автомобілями.

17. Тік обладнаний чотирма зерноавантажувачами НЗ-20. Час навантажування автомобіля ГАЗ 33104 вантажопідйомністю 4 т складає 12 хв.; коефіцієнт нерівномірності прибуття автомобілів під навантаження $\eta_H = 1,25$. Розрахувати годинну пропускну здатність пункту Π_T і Π_a , якщо вантажопідйомність автомобіля використовується цілком.

18. Перевезення піску з кар'єру здійснюють автомобілі-самоскиди ЗІЛ-ММЗ-49525 ($q_H = 4,7$ т); час роботи в кар'єрі 14 год; час навантажування 1 т піску 1,2 хв.; автомобілі надходять під навантаження за графіком рівномірно; вантажопідйомність автомобіля використовується цілком. Розрахувати добову продуктивність кар'єру і кількість завантажених автомобілів. У кар'єрі працює один екскаватор.

19. Визначити необхідну кількість автомобілів-самоскидів БілАЗ-75131 ($q_H = 130$ т) для безперебійного обслуговування двох екскаваторів з ємністю ковша 5 м³; час навантаження $t_H = 12$ хв.; час розвантаження $t_p = 26$ хв.; довжина їздки з вантажем $l_{із} = 4$ км; технічна швидкість $V_T = 24$ км/год; коефіцієнт використання пробігу $\beta_{із} = 0,5$; коефіцієнт нерівномірності прибуття автомобілів під навантаження $\eta_H = 1,24$.

20. Місячний обсяг перевезень цегли складає 13250 т. Перевезення здійснюються автомобілями-тягачами ЗІЛ-432930 із причепами ГКБ-817 ($q_H = 11,5$ т); довжина їздки з вантажем $l_{із} = 39$ км; технічна швидкість $V_T = 36$ км/год; час роботи $T_M = 12$ год; час навантаження t_H автомобіля-тягача 25 хв.; час розвантаження $t_p = 25$ хв.; коефіцієнт використання пробігу $\beta_{із} = 0,5$;

коефіцієнт використання вантажопідйомності $\gamma = 1$; коефіцієнт випуску рухомого складу на лінію $\alpha_B = 0,8$. Розрахувати інтервал I , ритм R і кількість постів навантаження та розвантаження $N_{n(p)}$, якщо коефіцієнт нерівномірності прибуття автомобілів під навантаження (розвантаження) $\eta_H = 1,2$.

3.2 Електробезпека

Електротравматизм та дія електричного струму на організм людини

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Проходячи через організм людини електричний струм справляє на нього *термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію*.

Термічна дія струму проявляється опіками окремих ділянок тіла, нагріванням кровоносних судин, серця, мозку та інших органів, через які проходить струм, що призводить до виникнення в них функціональних розладів.

Електролітична дія струму характеризується розкладом крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві порушення їх фізико-хімічного складу.

Механічна дія струму проявляється ушкодженнями (розриви, розшарування тощо) різноманітних тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту.

Біологічна дія струму на живу тканину проявляється небезпечним збудженням клітин та тканин організму, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть до повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу.

Види електричних травм.

Причини летальних наслідків від дії електричного струму

Електротравма – це травма, спричинена дією електричного струму чи електричної дуги. За наслідками електротравми умовно підрозділяють на два види: *місцеві електротравми*, коли виникає місцеве ушкодження організму, та *загальні електротравми (електричні удари)*, коли уражається весь організм внаслідок порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем.

Характерними місцевими електричними травмами є електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні ушкодження та електрофтальмія.

Електричні знаки (електричні позначки) являють собою плями сірого чи блідо-жовтого кольору у вигляді мозоля на поверхні шкіри в місці її контакту зі струмопровідними частинами.

Металізація шкіри – це проникнення у верхні шари шкіри найдрібніших

часточок металу, що розплавляється внаслідок дії електричної дуги. Такого ушкодження, зазвичай, зазнають відкриті частини тіла – руки та лице. Ушкоджена ділянка шкіри стає твердою та шорсткою, однак за відносно короткий час вона знову набуває попереднього вигляду та еластичності.

Електрофтальмія – це ураження очей внаслідок дії ультрафіолетових випромінювань електричної дуги.

Найбільш небезпечним видом електротравм є електричний удар, який у більшості випадків (близько 80%, включаючи й змішані травми) призводить до смерті постраждалого.

Електричний удар – це збудження живих тканин організму електричним струмом, що супроводжується судомним скороченням м'язів. Залежно від наслідків ураження електричні удари можна умовно поділити на чотири ступеня:

I – судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II – судомні скорочення м'язів із втратою свідомості, але зі збереженням дихання та роботи серця;

III – втрата свідомості та порушення серцевої діяльності чи дихання (або одного і другого разом);

IV – клінічна смерть.

Клінічна смерть – це перехідний період від життя до смерті, що настає з моменту зупинки серцевої діяльності та легенів і триває 6 – 8 хвилин, доки не загинули клітини головного мозку. Після цього настає біологічна смерть, внаслідок якої припиняються біологічні процеси у клітинах і тканинах організму і відбувається розпадання білкових структур.

Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом

Сила струму, що проходить через тіло людини, є основним чинником, який обумовлює наслідки ураження. Різні за величиною струми справляють і різний вплив на організм людини.

Розрізняють три основні *порогові значення сили струму*:

– *пороговий відчутний струм* – найменше значення електричного струму, що викликає при проходженні через організм людини відчутні подразнення;

– *пороговий невідпускаючий струм* – найменше значення електричного струму, яке викликає судомні скорочення м'язів руки, в котрій затиснутий провідник, що унеможлиблює самостійне звільнення людини від дії струму;

– *пороговий фібриляційний (смертельно небезпечний) струм* – найменше значення електричного струму, що викликає при проходженні через тіло людини фібриляцію серця.

В таблиці 3.11 наведено порогові значення сили струму при його проходженні через тіло людини шляхом «рука – рука» або «рука – ноги».

Струм (змінний та постійний) більше 5 А викликає миттєву зупинку серця, минаючи стан фібриляції.

Чим вище значення напруги, тим більшою є небезпека ураження електричним струмом. Умовно безпечною для життя людини прийнято вважати

напругу, що не перевищує 42 В (в Україні така напруга залежно від умов роботи та середовища становить 36 та 12 В), за якої не повинен статися пробій шкіри людини, що призводить до різкого зменшення загального опору її тіла.

Електричний опір тіла людини залежить, в основному, від стану шкіри та центральної нервової системи. Для розрахунків опір тіла людини умовно приймають рівним $R = 1$ кОм. При зволоженні, забрудненні та пошкодженні шкіри (потовиділення, порізи, подряпини тощо), збільшенні прикладеної напруги, площі контакту, частоти струму та часу його дії опір тіла людини зменшується до певного мінімального значення (0,5 – 0,7 кОм).

Вид та частота струму, що проходить через тіло людини, також впливають на наслідки ураження. Постійний струм приблизно в 4 – 5 разів безпечніший за змінний.

Таблиця 3.10 – Порогові значення змінного та постійного струму

Вид струму	Пороговий відчутний струм, Ма	Пороговий невідпускаючий струм, мА	Пороговий фібриляційний струм, мА
Змінний струм частотою 50 Гц	0,5–1,5	6–10	80–100
Постійний струм	5,0–7,0	50–80	300

Частота змінного струму також відіграє має значення стосовно питань електробезпеки. Так найбільш небезпечним вважається змінний струм частотою 20 – 100 Гц. За частоти, меншої ніж 20 або більшої за 100 Гц, небезпека ураження струмом помітно зменшується. Струм частотою понад 500 кГц не може смертельно уразити людину, однак дуже часто викликає опіки.

Шлях проходження струму через тіло людини є важливим чинником. Небезпека ураження є особливо великою тоді, коли на шляху струму знаходяться життєво важливі органи – серце, легені, головний мозок. Існує багато можливих шляхів проходження струму через тіло людини (петель струму), їх характеристики наведені в таблиці 3.12. Як видно з таблиці, найбільшу небезпеку являє собою шлях «голова – руки» (при ньому частка постраждалих, що втрачали свідомість, становить 92%), за ним іде «голова – ноги», потім – «права рука – ноги», а найменшу небезпеку становить шлях «нога – нога».

Допустимі значення струмів і напруг

Напруга доторкання – це напруга між двома точками електричного кола, до яких одночасно доторкається людина.

Граничнодопустимі значення напруги доторкання та сили струму для нормального (безаварійного) та аварійного режимів електроустановок при проходженні струму через тіло людини шляхом «рука – рука» чи «рука – ноги» наведені у таблиці 3.12.

Таблиця 3.11 – Характеристика найбільш поширених шляхів проходження струму через тіло людини

Шлях струму	Частота виникнення даного шляху струму, %	Частка постраждалих, які втрачали свідомість протягом дії струму, %	Значення струму, що проходить через серце, % від загального струму, що проходить через тіло
Рука – рука	40	83	3,3
Права рука – ноги	20	87	6,7
Ліва рука – ноги	17	80	3,7
Нога – нога	6	15	0,4
Голова – ноги	5	88	6,8
Голова – руки	4	92	7,0
Інші	8	65	–

Таблиця 3.12 – Граничнодопустимі значення напруги доторкання U_{dot} та сили струму I_L , що проходить через тіло людини при нормальному режимі електроустановки

Вид струму	U_{dot} , В (не більше)	I_L , мА (не більше)
Змінний, 50 Гц	2	0,3
Змінний, 400 Гц	3	0,4
Постійний	8	1,0

При виконанні роботи в умовах високої температури (більше 25 °С) і відносної вологості повітря (більше 75%) значення таблиці 3.12 необхідно зменшити у три рази.

Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом

За ступенем небезпеки ураження електричним струмом всі приміщення поділяються на три категорії: *приміщення без підвищеної небезпеки; приміщення з підвищеною небезпекою; особливо небезпечні приміщення.*

Приміщення з підвищеною небезпекою характеризуються наявністю в них однієї з наступних умов, що створюють підвищену небезпеку:

- високої відносної вологості повітря (перевищує 75% протягом тривалого часу);
- високої температури (перевищує 35 °С протягом тривалого часу);
- струмопровідного пилу; струмопровідної підлоги (металевої, земляної, залізобетонної, цегляної і т. п.);
- можливості одночасного доторкання до металевих елементів технологічного устаткування чи металоконструкцій будівлі, що з'єднані із землею, та металевих частин електроустаткування, які можуть опинитися під напругою.

Чим вище значення напруги, тим більша небезпека ураження

електричним струмом. Умовно безпечною для життя людини прийнято вважати напругу, що не перевищує 42 В (в Україні така напруга в залежності з'єднанні із землею, та металевих частин електроустаткування, які можуть опинитись під напругою).

Особливо небезпечні приміщення характеризуються наявністю однієї із умов, що створюють особливу небезпеку: дуже високої відносної вологості повітря (близько 100%), хімічно активного середовища; або одночасною наявністю двох чи більше умов, що створюють підвищену небезпеку.

Оскільки наявність небезпечних умов впливає на наслідки випадкового доторкання до струмопровідних частин електроустаткування, то для ручних переносних світильників, місцевого освітлення виробничого устаткування та електрифікованого ручного інструменту в приміщеннях з підвищеною небезпекою допускається напруга живлення до 42 В, а в особливо небезпечних приміщеннях – до 12 В.

Безпечна експлуатація електроустановок забезпечується: *конструкцією електроустановок; технічними способами та засобами захисту; організаційними та технічними заходами* (рис. 3.1).

Технічні способи та засоби захисту при нормальних режимах роботи електроустановок

Ізоляція струмопровідних частин забезпечується шляхом покриття їх шаром діелектрика для захисту людини від випадкового доторкання до частин електроустановок, через які проходить струм.

Розрізняють *робочу, додаткову, подвійну та посилену ізоляцію*.

Забезпечення недосяжності неізольованих струмопровідних частин передбачає застосування захисних огорож, блокувальних пристроїв та розташування неізольованих струмопровідних частин на недосяжній висоті чи в недосяжному місці.

Захисні огорожі можуть бути *суцільними* та *сітчастими*. Суцільні огорожі (корпуси, кожухи, кришки і т.п.) застосовуються в електроустановках з напругою до 1000 В, а сітчасті – з напругою до і вище 1000 В. Захисні дверцята чи двері повинні закриватись на замок або обладнуватись блокувальними пристроями.

Попереджувальна сигналізація є пасивним засобом захисту, який не усуває небезпеки ураження, а лише інформує про її наявність. Така сигналізація може бути *світловою* (лампочки, світлодіоди тощо.) та *звуковою* (зумери, дзвінки, сирени).

Мала напруга застосовується для зменшення небезпеки ураження електричним струмом, однак при цьому зростає значення робочого струму, а відтак і площа поперечного перерізу, що у свою чергу збільшує витрати кольорових металів (міді, алюмінію). Крім того, за малих напруг зростають втрати електроенергії.



Рисунок 3.1 – Класифікація засобів та заходів безпечної експлуатації електроустановок

Вирівнювання потенціалів є способом зниження напруги доторкання та кроку між точками електричного кола, до яких можливе одночасне доторкання людини або на яких вона може одночасно стояти. Вирівнювання потенціалів досягається шляхом штучного підвищення потенціалу опорної поверхні ніг до рівня потенціалу струмопровідної частини, а також при контурному заземленні.

Електричний поділ мережі передбачає поділ електромережі на окремі, електрично не з'єднані між собою, ділянки за допомогою роздільних трансформаторів (РТ) з коефіцієнтом трансформації 1:1.

Технічні способи та засоби захисту при переході напруг на нормально неструмопровідні частини електроустановок

Захисне заземлення застосовують у мережах з напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю та в мережах з напругою вище 1000 В з будь-яким режимом нейтралі джерела живлення.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання із землею або з її еквівалентом металевих струмопровідних нормально неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою.

Якщо корпус устаткування електрично з'єднаний із землею, то він опиниться під напругою замикання

$$U_3 = I_3 \cdot R_3, \quad (3.18)$$

де I_3 – струм замикання на землю;

R_3 – опір заземлення.

Людина, яка доторкається до такого корпуса, потрапляє під напругу доторкання

$$U_{\text{дот}} = U_3 \cdot \alpha, \quad (3.19)$$

де α – коефіцієнт напруги доторкання.

Струм, який пройде через людину, в такому випадку визначається із рівняння:

$$I_{\text{л}} = U_{\text{дот}} / R_{\text{л}} = I_3 \cdot R_3 \cdot \alpha / R_{\text{л}}, \quad (3.20)$$

де $R_{\text{л}}$ – опір людини.

Звідки видно, що чим меншими є значення R_3 та α , тим менший струм пройде через тіло людини, яка стоїть на землі і доторкається до корпуса устаткування. Таким чином, захист від ураження струмом забезпечується шляхом приєднання корпуса до заземлювача, який має малий опір заземлення R та малий коефіцієнт напруги доторкання α . Оскільки опір заземлення малий, то основна частина струму замикання на землю пройде саме через нього, а через людину пройде малий (безпечний) струм. У цьому і полягає суть захисного заземлення. Причому струм, що пройде через людину зменшиться у стільки разів, у скільки опір людини більший за опір заземлення.

Заземлювальним пристроєм називають сукупність конструктивно об'єднаних заземлювальних провідників та заземлювача.

Заземлювач – провідник або сукупність електрично з'єднаних провідників, які знаходяться у контакті із землею або її еквівалентом.

Опір захисного заземлення в електроустановках напругою до 1000 В і потужністю понад 100 кВА не повинен перевищувати 4 Ом.

Відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) захисне заземлення належить виконувати: за напруги змінного струму 380 В і вище та

440 В і вище для постійного струму – у всіх електроустановках; за номінальних напруг змінного струму вище 42 В та постійного струму вище 110 В – лише в електроустановках, що знаходяться у приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних, а також у зовнішніх електроустановках; за будь-якої напруги змінного та постійного струму – у вибухонебезпечних установках.

Занулення застосовується в чотирипровідних мережах напругою до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю.

Занулення – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих нормально неструмопровідних частин, які можуть опинитись під напругою.

Нульовий захисний провідник – це провідник, який з'єднує частини, що підлягають зануленню, із глухозаземленою нейтральною точкою обмотки джерела струму або її еквівалентом.

При зануленні у випадку замикання фазного провідника на корпус електроустановки виникає однофазне коротке замикання, тобто замикання між фазним та нульовим провідниками. Струм короткого замикання $I_{кз}$, який виникає при цьому, повинен забезпечити спрацьовування елементів максимального струмового захисту.

Для того, щоб сталося швидке та надійне вимкнення, необхідно, щоб $I_{кз}$ перевищував струм спрацьовування захисного апарата $I_{ан}$:

$$I_{кз} \geq k \cdot I_{ан}, \quad (3.21)$$

де k – коефіцієнт кратності струму короткого замикання відносно струму захисного апарата ($k = 1,5$ – для автоматичних вимикачів; $k = 3,0$ – для плавких запобіжників).

Отже, при зануленні виключно важливе значення має правильний вибір запобіжників та автоматичних вимикачів відповідно до величини струму короткого замикання петлі фаза-нуль.

Захисне вимкнення – це швидкодіючий захист, який забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки (не більше ніж за 0,2 с) при виникненні в ній небезпеки ураження струмом.

Електрозахисні засоби та запобіжні пристосування

Електрозахисними засобами називаються вироби, що переносяться та перевозяться і слугують для захисту людей, які працюють з електроустановками, від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги та електромагнітного поля.

Залежно від призначення електрозахисні засоби підрозділяються на ізолювальні, огорожувальні та запобіжні.

Ізолювальні електрозахисні засоби призначені для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, та від землі, якщо людина одночасно доторкається до землі чи заземлених частин електроустановок та струмопровідних частин чи металевих конструктивних

елементів (корпусів), які опинилися під напругою.

Розрізняють *основні та додаткові ізолювальні електрозахисні засоби*. До основних належать такі електрозахисні засоби, ізоляція яких протягом тривалого часу витримує робочу напругу електроустановки, і тому ними дозволяється доторкатись до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою: при роботах в електроустановках з напругою до 1000 В – діелектричні рукавички, ізолювальні штанги, інструменти з ізольованими ручками, електровимірювальні кліщі, ізолювальні кліщі, покажчики напруги; а при роботі в електроустановках напругою понад 1000 В – ізолювальні штанги, струмовимірювальні та ізолювальні кліщі, покажчики напруги для фазування.

Додаткові ізолювальні захисні засоби мають недостатні ізолювальні властивості, тому призначені лише для підсилення захисної дії основних засобів, разом з якими вони і застосовуються. До них належать: при роботах в електроустановках з напругою до 1000 В – діелектричні калоші, килимки, ізолювальні підставки; при роботах в електроустановках з напругою понад 1000 В – діелектричні рукавички, боти, килимки, ізолювальні підставки.

Огороджувальні електрозахисні засоби (щити, ширми, екрани, плакати електробезпеки) призначені для захисту працівників, які виконують роботи в електроустановках, від випадкового доторкання чи наближення на небезпечну відстань до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою, а також для тимчасового обгородження входів у комірки, камери та проходів у приміщення, в які вхід працівникам заборонений.

Організаційні та технічні заходи електробезпеки

До роботи на електроустановках допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли інструктаж та навчання з безпечних методів роботи, перевірку знань з правил безпеки та інструкцій відповідно до займаної посади та кваліфікаційної групи з електробезпеки, і які не мають протипоказань, визначених Міністерством охорони здоров'я України.

З метою профілактики професійних захворювань, нещасних випадків та забезпечення безпеки роботи працівники, що обслуговують діючі електроустановки, в обов'язковому порядку проходять *попередній* (при прийнятті на роботу) та *періодичні* (термін обумовлений професією та характеристикою роботи) *медичні огляди*.

Для забезпечення безпеки робіт у діючих електроустановках належить виконувати наступні організаційні заходи: призначення осіб, які відповідають за організацію та проведення робіт; оформлення наряду чи розпорядження на проведення робіт; організація нагляду за проведенням робіт; оформлення закінчення робіт, перерв у роботі, переведення на інші робочі місця.

До технічних заходів, які необхідно виконувати в діючих електроустановках для забезпечення безпеки робіт, належать:

– при проведенні робіт зі зняттям напруги в діючих електроустановках чи поблизу них: вимкнення установки (частини установки)

від джерела живлення електроенергії; механічне блокування приводів апаратів, які здійснюють вимкнення, зняття запобіжників, від'єднання кінців лінії, яка здійснює електропостачання та інші заходи, що унеможливають випадкову подачу напруги до місця проведення робіт; встановлення знаків безпеки та захисних огорож біля струмопровідних частин, що залишаються під напругою і до яких у процесі роботи можливе доторкання або наближення на недопустиму відстань; встановлення заземлення (ввімкнення заземлювальних ножів чи встановлення переносних заземлень); огороження робочого місця та вивішування плакатів безпеки (наприклад «Не вмикати! Робота на лінії» на приводах роз'єднувачів);

– при проведенні робіт на струмопровідних частинах, які знаходяться під напругою, та поблизу них: виконання робіт за нарядом не менш ніж двома працівниками із застосуванням електрозахисних засобів, під постійним наглядом, із забезпеченням безпечного розташування працівників, використовуваних механізмів та пристосувань.

Кваліфікаційні групи з електробезпеки електротехнічного персоналу

До *електротехнічного персоналу* належать особи, які обслуговують і експлуатують електроустановки. Від кваліфікації електротехнічного персоналу, його знань та навичок істотно залежить безпека при експлуатації та обслуговуванні електроустановок. Для електротехнічного персоналу встановлено п'ять кваліфікаційних груп з електробезпеки.

I група. Група присвоюється особам, які не мають спеціальної електротехнічної підготовки, але мають елементарне уявлення про небезпеку ураження електричним струмом і про заходи електробезпеки при роботі на обслуговуванні дільниці, електроустановці. Для I групи стаж роботи в електроустановках не нормується.

II група. Особи цієї групи повинні бути елементарно технічно ознайомленими з електроустановками, чітко уявляти небезпеку ураження електрострумом, наближення до струмопровідних частин, знати основні заходи безпеки при роботі на електроустановках, вміти надати першу допомогу.

III група. Особи, що належать до цієї групи, повинні: знати будову електричних установок та вміти їх обслуговувати; мати уявлення про небезпеку під час обслуговування електричних установок; знати загальні правила безпеки, правила допуску до роботи в електричних установках напругою до 1000 В, спеціальні правила безпеки з тих видів робіт, які входять до кола обов'язків даної особи; вміти здійснювати нагляд за тими, хто працює з електроустановками, та надавати першу допомогу.

IV група. Особи цієї групи повинні: мати знання з електротехніки в обсязі спеціалізованого профтехучилища; мати повне уявлення про небезпеку під час роботи на електроустановках; знати повністю правила технічної експлуатації (ПТЕ) та правила технічної безпеки (ПТБ) при експлуатації електроустановок; знати установку настільки, щоб вільно орієнтуватись у тому,

які саме елементи повинні бути вимкненими для безпечного виконання робіт; перевіряти виконання необхідних вимог безпеки; вміти організувати безпечне виконання робіт та здійснювати нагляд за ними в електричних установках напругою до 1000 В; знати схему та обладнання своєї ділянки; вміти навчати персонал інших груп правилам безпеки і наданню першої допомоги постраждалому.

V група. Особи цієї групи повинні: знати всі схеми та обладнання своєї ділянки; знати ПТЕ та ПТБ в загальній та у спеціальній частинах; знати, чим викликана та чи інша вимога правил; вміти організувати безпечне виконання робіт та здійснювати нагляд в електричних установках будь-якої напруги; вміти навчати персонал інших груп правилам безпеки і наданню першої допомоги постраждалому.

Захист від атмосферної електрики (блискавки)

Блискавкозахист – це система захисних пристроїв та заходів, призначених для забезпечення безпеки людей, збереження будівель та споруд, устаткування та матеріалів від можливих вибухів, займань та руйнувань, спричинених блискавкою.

Блискавка – особливий вид проходження електричного струму через величезні повітряні прошарки, джерелом якого є атмосферний заряд, накопичений грозовою хмарою.

Розрізняють первинні (прямий удар) і вторинні прояви блискавки.

Прямий удар блискавки (ураження блискавкою) – безпосередній контакт каналу блискавки з будівлею чи спорудою, що супроводжується протіканням через неї струму блискавки.

Прямий удар блискавки справляє на уражений об'єкт наступні дії: електричну, пов'язану з ураженням людей і тварин електричним струмом та виникненням перенапруг на елементах, по яких струм відводиться в землю; теплову, зумовлену значним виділенням теплоти на шляхах проходження струму блискавки через об'єкт; механічну, спричинену ударною хвилею, яка поширюється від каналу блискавки, а також електродинамічними силами, що виникають у конструкціях, через які проходить струм блискавки.

Під вторинними проявами блискавки розуміють явища під час близьких розрядів блискавки, що супроводжуються появою потенціалів на конструкціях, трубопроводах, електропроводах всередині будівель і споруд, які не зазнали прямого удару блискавки. Вони виникають внаслідок електростатичної та електромагнітної індукції.

Будівлі та споруди поділяються за рівнем блискавкозахисту на три категорії. Приналежність об'єкта, що підлягає блискавкозахисту, до тієї чи іншої категорії визначається, головним чином, його призначенням та класом вибухопожежонебезпечних зон згідно ПУЕ.

I категорія – будівлі та споруди або їх частини з вибухонебезпечними зонами класів 0, 1, 20, 21. В них зберігаються чи знаходяться постійно або використовуються під час виробничого процесу легкозаймисті та горючі

речовини, здатні утворювати газо-, пило-, пароповітряні суміші, для вибуху яких достатньо невеликого електричного розряду (іскри).

II категорія – будівлі та споруди або їх частини, в яких наявні вибухонебезпечні зони класів 2, 22. Вибухонебезпечні газо-, пило-, пароповітряні суміші в них можуть з'явитися лише при аварії чи порушенні установаженого технологічного процесу. До цієї ж категорії належать зовнішні установки та склади, в яких зберігаються вибухонебезпечні матеріали, легкозаймисті та горючі рідини.

III категорія – ціла низка будівель та споруд, зокрема: будівлі та споруди з пожежонебезпечними зонами класів П-I, П-II та П-IIa; зовнішні технологічні установки, відкриті склади горючих речовин, що належать до зон класів П-III; димові та інші труби підприємств і котельних, башти та вишки різного призначення висотою 15 м і більше.

3.2.1 Напруга кроку та напруга дотику

Безпосередніми причинами ураження людей електричним струмом є наступні:

- дотик до неізольованих струмоведучих частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих при фактично пошкодженій ізоляції;
- дотик до неструмоведучих частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій які опинилися під напругою;
- дія напруги кроку;
- ураження через електричну дугу.

Тяжкість ураження людини у всіх перерахованих вище випадках визначається величиною струму, що проходить через її тіло. Величина струму через людину, в свою чергу, залежить від напруги під яку потрапляє людина, від опору тіла людини, від опору ізоляції фазних проводів відносно землі, від ємнісної складової мережі а також від конструкційних особливостей мережі живлення.

Опір ізоляції проводів та ємність електромережі відносно землі, як фактори впливу на величину струму через людину

В реальній лінії електропередач (повітряній чи кабельній) опір ізоляції проводів відносно землі (r_v) розподіляється по всій довжині ліній електропередач – опорні, підвісні, натяжні ізолятори, ізоляція кабелю. Чим більше протяжність лінії електропередач, тим менший загальний опір ізоляції проводів відносно землі. Необхідний опір ізоляції регламентується чинними нормативами і відповідно до НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (ПБЕ) має бути щонайменше 0,5 МОм (1 кОм на вольт напруги). Ізоляція струмопровідних ліній електропередач виконується з діелектриків, питомий опір яких внаслідок старіння ізоляції з часом, частого зволоження, забруднення, нагрівання, дії агресивного середовища тощо знижується.

Кожна ділянка лінії електропередач, що знаходиться під напругою, крім опору ізоляції має певну ємність відносно землі. Ємнісна складова струму (C) через людину у разі потрапляння під напругу в розгалужених мережах може досягати небезпечних для людини значень.

Конструкційні особливості мережі живлення – кількість фаз і режим нейтралі

Наслідки ураження людини електричним струмом у випадку дотику її до металоконструкцій, які опинилися під напругою залежать від конструкційних особливостей мережі живлення, а саме, від кількості фаз і режиму нейтралі – ізольованої чи глухозаземленої.

Дотик може бути одно- або двополюсним у однофазних мережах або у мережах постійного струму та одно- або двофазним у трифазних мережах.

Однофазна мережа, ізольована від землі

В однофазній мережі, ізольованій від землі, за непошкодженої ізоляції (рис. 3.2) величина струму через тіло людини практично не залежить від опорів тіла людини і визначається опором ізоляції проводу до якого доторкнулась людина відносно землі. Знехтувавши ємнісною складовою струму через людину ($C_1 = C_2 = 0$), та за умови, що $r_1 = r_2 = r_i$ величину струму через людину можна визначена як:

$$I_{\text{л}} = \frac{U}{2R_{\text{л}} + r_{\text{із}}}, \quad (3.22)$$

де U – напруга мережі, В;

$R_{\text{л}}$ – опір людини ($R_{\text{л}} = R_{\text{тіла}} + R_{\text{взуття}} + R_{\text{підлоги}}$), Ом;

$r_{\text{із}}$ – опір ізоляції проводів 1 і 2 відносно землі, Ом.

У разі двополюсного дотику, струм через людину визначається за наступною формулою

$$I_{\text{л}} = \frac{U}{R_{\text{Т}}}, \quad (3.23)$$

де U – напруга мережі, В;

$R_{\text{Т}}$ – опір тіла людини, Ом ($R_{\text{Т}} = 1000$ Ом).

Трифазна мережа, ізольована від землі

У разі дотику людини до фазного проводу трифазної мережі, ізольованої від землі виникає мережа замикання на землю, більш розгалужена, ніж в однофазній. Основні елементи цієї мережі: «фазний провід C » – «людина паралельно з опором ізоляції цього проводу відносно землі r_c » – «земля» – «опори ізоляції проводів A і B відносно землі r_a і r_b » – «фазні проводи A і B » (рис. 3.3 а).

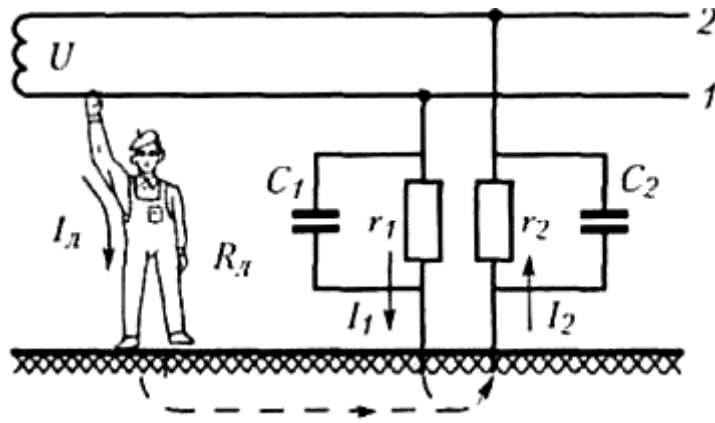


Рисунок 3.2 – Принципова схема включення людини під напругу в однофазній мережі ізольованій від землі в нормальному режимі роботи

До цієї мережі прикладена лінійна напруга U_λ , а не фазна U_ϕ , як у однофазній мережі. Оскільки $U_\lambda = \sqrt{3}U_\phi$, то в трифазній мережі за інших рівних факторів величина струму замикання на землю, як і величина струму, що проходить через людину при її дотику до фазного проводу, має бути більшою.

За рівності опорів ізоляції ($r_A = r_B = r_C = r_{iz}$) і ємностей ($C_A = C_B = C_C = C$) струм, що проходить через людину, визначиться виразом:

$$I_\lambda = \frac{U_\phi}{R_\lambda \sqrt{1 + \frac{r_{iz}(r_{iz} + 6R)}{9R_\lambda(1 + r_{iz}^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2)}}}, \quad (3.24)$$

де U_ϕ – фазна напруга мережі, В;

R_λ – опір людини, Ом;

r_{iz} – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом;

ω – кутова частота мережі, Гц;

C – ємність проводів відносно землі, Ф.

У випадку відсутності ємнісної складової струму, тобто коли $C_A = C_B = C_C = 0$ (що досить ймовірно для нерозгалужених повітряних мереж), за умови $r_A = r_B = r_C = r_{iz}$, величина струму, що проходить через людину, визначиться виразом:

$$I_\lambda = \frac{U_\phi}{3R_\lambda + r_{iz}}, \quad (3.25)$$

де U_ϕ – фазна напруга мережі, В;

R_λ – опір людини, Ом;

r_{iz} – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом.

Порівнюючи вираз (3.20) для величини струму, що проходить через людину, в нормальному режимі роботи електроустановки в однофазній мережі і вираз (3.25), бачимо, що в трифазній мережі I_λ практично, в три рази більше.

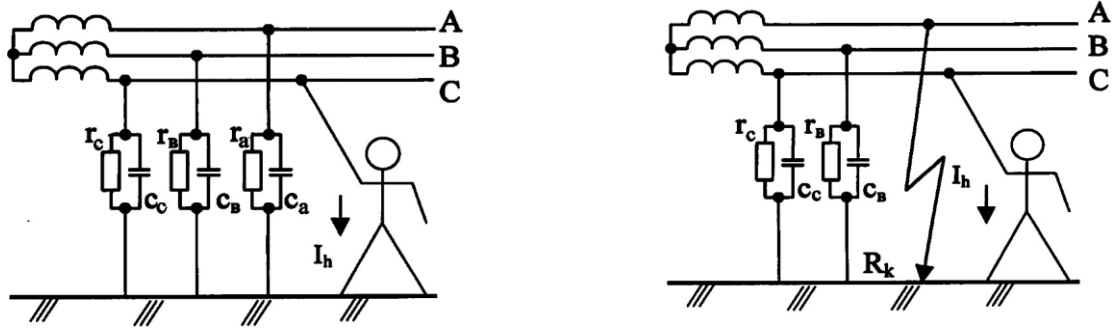


Рисунок 3.3 – Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в мережі з ізолюваною нейтраллю: а – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів); б – аварійний режим роботи мережі

У випадку однофазного дотику людини в аварійному режимі роботи мережі з ізолюваною нейтраллю, тобто, коли один із фазних проводів замкнутий на землю (рис. 3.3 б), струм через людину визначається за формулою:

$$I_{л} = \frac{U_{л}}{R_{T}}, \quad (3.26)$$

де $U_{л}$ – лінійна напруга мережі, В;
 R_{T} – опір тіла людини.

Трифазна чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю

Нейтраль вторинної обмотки трансформатора, від якого живиться така мережа, заземлена через $R_0 \ll R_{л}$. У випадку дотику людини до фазного проводу C утворюється мережа струму «фазний провід C – людина – земля – R_0 – фазний провід C », в якій всі елементи з'єднані послідовно.

Струм через людину у випадку однофазного дотику до фазного проводу за непошкодженої ізоляції інших фазних проводів (рис. 3.4 а) визначиться виразом:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{л} + R_0}, \quad (3.27)$$

де R_0 – опір заземлення, Ом.

У цій мережі найбільший опір має елемент «людина» – 1000 Ом. Опір інших елементів проходженню струму знаходиться в межах 10 Ом. Тому можна вважати, що людина попадає, практично, під фазну напругу ($U_{\text{дот}} = U_{\phi}$) а величина струму залежить, в основному, від $R_{л}$. Тому величина струму через людину у випадку її однофазного дотику до неізольованих струмопровідних частин, які знаходяться під напругою, в мережах із глухозаземленою нейтраллю має бути на два порядки більшою, ніж в мережах, ізольованих від землі за нормального стану ізоляції (значення $I_{л}$ за

(3.21) і (3.23) та (3.24)).

В аварійному режимі роботи мережі із глухозаземленою нейтраллю (рис. 3.4 б), струм через людину у випадку її однофазного дотику визначиться за формулою:

$$I_n = \frac{U_\phi}{R_T}, \quad (3.28)$$

де U_ϕ – фазна напруга мережі, В;
 R_T – опір тіла людини.

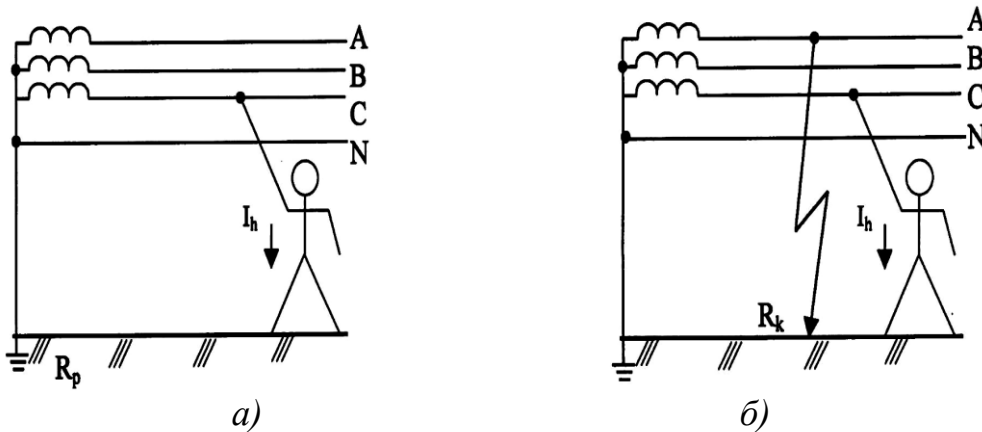


Рисунок 3.4 – Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю: а – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів); б – аварійний режим роботи мережі

У випадку двофазного дотику людини незалежно від режиму нейтралі трансформатора (рис. 3.5) основна частина струму проходить шляхом «рука-рука». Величина струму, який пройде через людину визначиться виразом (3.24).

На виробництві і в побуті найчастіше застосовуються мережі із глухозаземленою нейтраллю. І тільки в гірничодобувній промисловості і на торфорозробках, відповідно до вимог електробезпеки, обов'язковим є застосування мереж, ізольованих від землі.

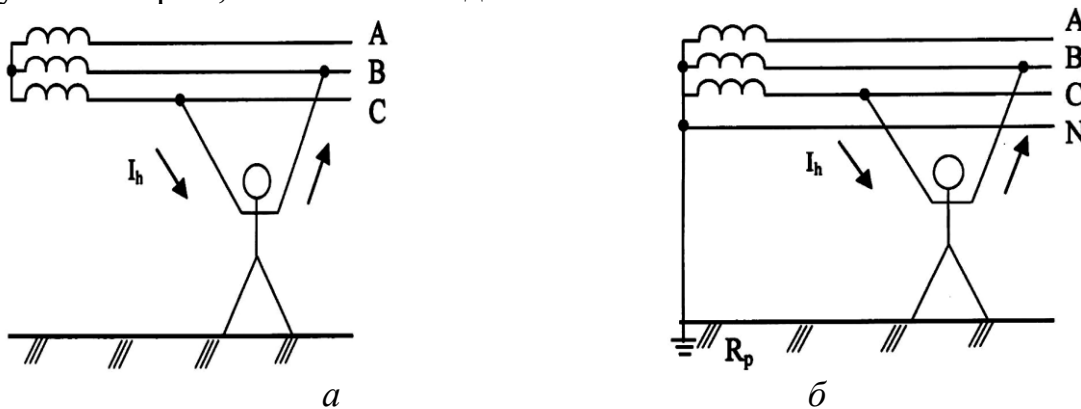


Рисунок 3.5 – Схема включення людини під напругу у випадку двофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю: а – мережа з ізольованою нейтраллю; б – мережа з глухозаземленою нейтраллю

Такий підхід до вибору режиму нейтралі електричної мережі обумовлений

такими обставинами:

– в умовах виробничих підприємств, громадських установ, житлового сектора тощо, забезпечення необхідного опору ізоляції у випадку застосування мереж, ізольованих від землі, пов'язано з певними технічними і економічними проблемами;

– в мережах із глухозаземленою нейтраллю можливо забезпечити більш ефективний захист у випадку пошкодження ізоляції і переході напруги на неструмопровідні частини електроустановок.

Напруга кроку

При обриві проводів ліній електропередач і їх контакті з землею, пробі кабельних ліній на землю, замиканні на неструмоведучі елементи електроустановок, що мають контакт з землею, доторканні людини, яка стоїть на землі, до струмоведучих частин під напругою тощо земля стає елементом електричної мережі замикання на землю.

При проходженні струму по землі на її поверхні виникає специфічне поле потенціалів, характер якого визначається конструкцією заземлювача, властивостями ґрунту тощо.

Закон розподілу потенціалів на поверхні ґрунту залежить від геометричної форми електрода і для різних заземлювачів наведений у довідниках.

Для напівсферичного заземлювача, який знаходиться на поверхні землі (рис. 3.6) за умови однорідності і електричної ізоtropності ґрунту можна вважати, що струм у всіх напрямках буде розтікатися рівномірно – як показано стрілками на рисунку 3.6, і буде дорівнювати I_x .

Розподіл потенціалів на поверхні землі навколо напівсферичного заземлювача відповідає рівнянню гіперболи, а значення потенціалів змінюється від свого максимального значення φ , до нуля при віддаленні від заземлювача (рис. 3.6).

Практично зона підвищених потенціалів на поверхні землі відносно її нульового потенціалу при замиканні на землю через напівсферичний заземлювач і однорідному ґрунті обмежується колом із радіусом близько 20 м. Переміщуючись в цій зоні, людина попадає під так звану *напругу кроку* – напругу між двома точками на поверхні землі, які знаходяться одна від одної на відстані кроку і на яких одночасно стоїть людина.

З наближенням до заземлювача величина крокової напруги зростає і при напрузі мережі живлення 0,4 кВ вона може бути небезпечною для людини. Тому НПАОП 40.1-1.21-98 за наявності замикання на землю забороняють наближатися до місця замикання ближче 8 м поза приміщенням і 4 м в приміщенні без застосування засобів захисту – діелектричні боти, калоші, суха дошка тощо.

В загальному вигляді величина напруги кроку може бути визначена як різниця між φ_x та φ_{x+a} , де a – величина кроку, м (0,8 м), відповідно до чого:

$$U_k = I \frac{\rho}{2\pi x} - I \frac{\rho}{2\pi(x+a)} = I \frac{\rho \cdot a}{2\pi x(x+a)}, \quad (3.29)$$

тобто величина напруги кроку прямо пропорційна силі струму замикання на

землю, питомому опору провідника та величині кроку і обернено пропорційна відстані від заземлювача.

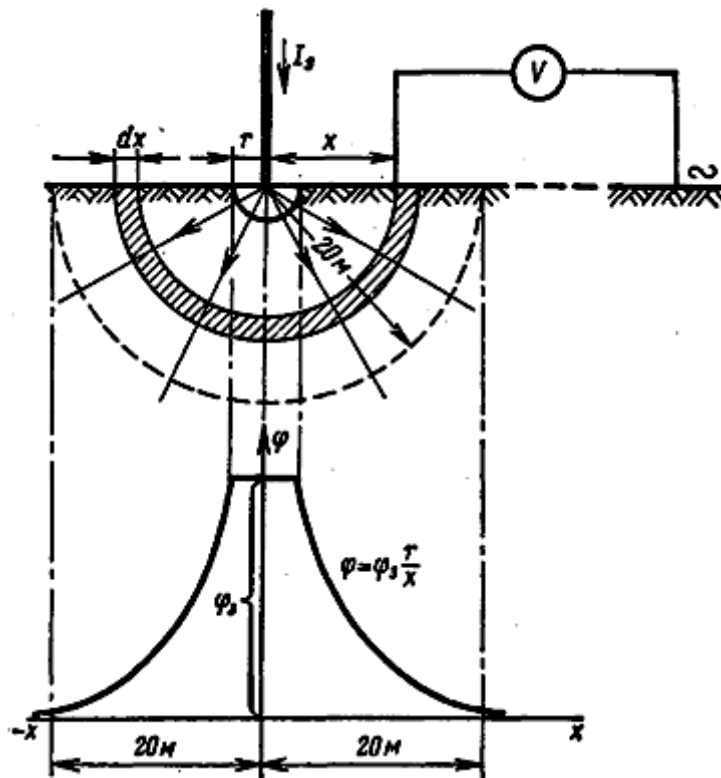


Рисунок 3.6 – Розподіл потенціалів на поверхні землі навколо напівсферичного заземлювача

У цілому, заходи захисту людини від дії напруги кроку зводяться до розірвання мережі струму через людину по петлі «нога-нога», або до різкого збільшення опору в цій петлі зі рахунок використання різних підручних засобів. За необхідності невідкладного входу в зону небезпечної напруги кроку для надання допомоги потерпілим за відсутності засобів захисту, доцільно переміщуватись в цій зоні обережно, пересуваючи ступні по землі так, щоб вони постійно торкалися одна одної.

Напруга дотику

Дотик людини до корпусу ушкодженого обладнання або до корпусу обладнання, з'єднаного з ушкодженим загальним колом заземлення, зумовлює потрапляння людини під напругу дотику. *Напруга дотику* – це напруга між двома точками кола електричного струму, яких одночасно торкається людина, і дорівнює різниці потенціалів корпусу і точок поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини:

$$U_k = \varphi_k - \varphi_x, \quad (3.30)$$

де φ_k – потенціал корпусу електроустановки, якої торкається людина;

φ_x – потенціал в точці на поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини.

Напруга дотику, на відміну від напруги кроку, збільшується при віддаленні

від заземлювача і за межами зони розтікання струму вона дорівнює напрузі на корпусі обладнання відносно землі. Захист від напруги дотику – вирівнювання потенціалів (встановлення електропровідної підлоги).

Таким чином, згідно з зазначеним вище, до основних факторів, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом (на $I_{л}$) при попаданні людини під напругу, можна віднести:

- величину напруги мережі живлення U, B ;
- величину напруги дотику $U_{\text{дот}}, B$;
- конструкційні особливості мережі живлення – кількість фаз і режим нейтралі;
- величину опору і стан ізоляції – перш за все в мережах живлення, ізольованих від землі;
- протяжність і розгалуженість мережі живлення, які впливають на $r_{в}$ і ємність відносно землі.

Розглянемо випадок дотику у мережі, що зображено на рисунку 3.7 б. Необхідно визначити напругу дотику $U_{\text{дот}}$, що буде прикладена безпосередньо до тіла людини, і струм $I_{л}$, що проходить через неї, при відомій напрузі мережі U і опорах ізоляції провідників щодо землі r_1, r_2 і тіла людини $R_{л}$.

Схема заміщення ображена на рисунку 3.7 в.

При дотику людини до дроту 1 його тіло включається паралельно опору ізоляції r_1 цього дроту і послідовно з опором ізоляції r_2 другого дроту. Зі схеми заміщення:

$$U = U_{\text{дот}} + I_2 r_2 = U_{\text{дот}} + (I_{л} + I_1) r_2, \quad (3.31)$$

де U – напруга в мережі, В;

$U_{\text{дот}}$ – напруга дотику, В;

I_1, I_2 – струми, що протікають через опори ізоляції дротів r_1, r_2 , Ом, відповідно.

Підставляючи у вираз (3.29) значення:

$$I_{л} = \frac{U_{\text{дот}}}{R_{л}} \quad \text{і} \quad I_1 = \frac{U_{\text{дот}}}{r_1}, \quad (3.32)$$

отримаємо

$$U = U_{\text{дот}} + \left(\frac{U_{\text{дот}}}{R_{л}} + \frac{U_{\text{дот}}}{r_1} \right) r_2 = \frac{U_{\text{дот}} (r_1 r_2 + r_1 R_{л} + r_2 R_{л})}{r_1 R_{л}}. \quad (3.33)$$

Тоді напруга дотику

$$U_{\text{дот}} = \frac{U r_1 R_{л}}{r_1 r_2 + r_1 R_{\text{дот}} + r_2 R_{л}}, \quad (3.34)$$

а струм, що протікає крізь людину,

$$I_{\text{доп}} = \frac{U_{\text{доп}}}{R_{\text{л}}} = \frac{U r_1}{r_1 r_2 + r_1 R_{\text{л}} + r_2 R_{\text{л}}}. \quad (3.35)$$

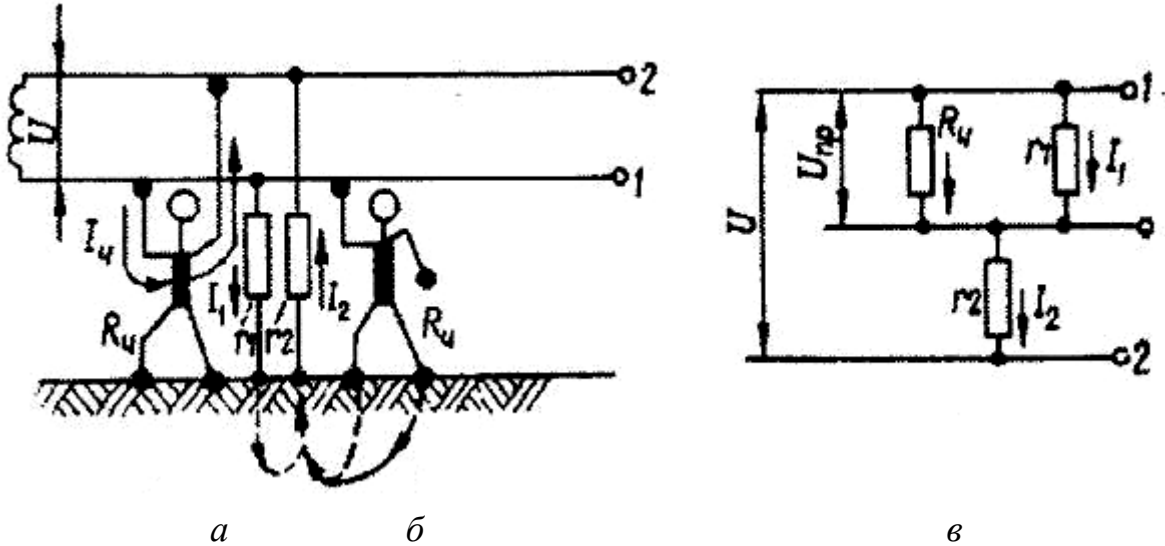


Рисунок 3.7 – Схеми дотику до двопровідної мережі: а – двополюсний дотик; б – однополюсний дотик; в – схема заміщення (випадок однополюсного дотику)

Якщо $r_1 = r_2 = r_{\text{із}}$, то

Напругу дотику можна розрахувати за формулою:

$$U_{\text{доп}} = U \cdot \frac{R_{\text{л}}}{2 \cdot R_{\text{л}} + r_{\text{із}}}, \quad I_{\text{л}} = \frac{U}{2R_{\text{л}} + r_{\text{із}}}. \quad (3.36)$$

З виразів (3.32)–(3.34) можна зробити два висновки:

1. Чим краща ізоляція проводів електричної мережі, тим менша небезпека однополюсного й однофазного дотику.
2. При наявності двох проводів з різним опором ізоляції більш небезпечний однофазний дотик до проводу з великим опором ізоляції.

Приклад 1. Визначити, як буде змінюватися значення $U_{\text{доп}}$ при різних опорах ізоляції проводів при випадковому дотику людини до однієї фази двопровідної мережі (рис.3.7 б).

Вихідні дані: $r_1 = r_2 = r_{\text{із}} = (1; 5; 10; 15)$ кОм; $R_{\text{л}} = 1000$ Ом.

Розв'язання.

Підставляючи вихідні дані у формулу (3.34) отримаємо:
при $r_{\text{із}} = 1 \text{ кОм} = 1000$ Ом

$$I_{\text{л}} = \frac{U \cdot R_{\text{л}}}{2R_{\text{л}} + r_{\text{із}}} = \frac{U \cdot 1000}{2 \cdot 1000 + 1000} = \frac{U}{3}, \text{ В}$$

при $r_{i3} = 5 \text{ кОм} = 5000 \text{ Ом}$

$$I_{\text{л}} = \frac{U \cdot R_{\text{л}}}{2R_{\text{л}} + r_{i3}} = \frac{U \cdot 1000}{2 \cdot 1000 + 5000} = \frac{U}{7}, \text{ В}$$

при $r_{i3} = 10 \text{ кОм} = 10000 \text{ Ом}$

$$I_{\text{л}} = \frac{U \cdot R_{\text{л}}}{2R_{\text{л}} + r_{i3}} = \frac{U \cdot 1000}{2 \cdot 1000 + 10000} = \frac{U}{12}, \text{ В}$$

при $r_{i3} = 15 \text{ кОм} = 15000 \text{ Ом}$

$$I_{\text{л}} = \frac{U \cdot R_{\text{л}}}{2R_{\text{л}} + r_{i3}} = \frac{U \cdot 1000}{2 \cdot 1000 + 15000} = \frac{U}{17}, \text{ В}$$

Приклад 2. Визначити значення струму, що протікає крізь людину при дотику (рис.3.7, б) у двох випадках:

а) $r_1 = 50 \text{ кОм}$, $r_2 = 20 \text{ кОм}$;

б) $r_1 = 20 \text{ кОм}$, $r_2 = 50 \text{ кОм}$.

При цьому за умови, що: $R_{\text{л}} = 1000 \text{ Ом}$, $U = 220 \text{ В}$.

Розв'язання.

Підставляючи вихідні дані у вираз (3.33) знаходимо:

$$\text{а) } I_{\text{дот}} = \frac{U r_1}{r_1 r_2 + r_1 R_{\text{л}} + r_2 R_{\text{л}}} = \frac{220 \cdot 50}{50 \cdot 20 + 50 \cdot 1 + 20 \cdot 1} = 10,3 \text{ мА};$$

$$\text{б) } I_{\text{дот}} = \frac{U r_1}{r_1 r_2 + r_1 R_{\text{л}} + r_2 R_{\text{л}}} = \frac{220 \cdot 20}{20 \cdot 50 + 20 \cdot 1 + 50 \cdot 1} = 4,1 \text{ мА}.$$

Таким чином, дотик до проводу з великим опором ізоляції більш небезпечний.

Практичне завдання 1. Визначити силу струму, що протікає крізь тіло людини у випадку її однофазного дотику до оголеного проводу трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю в а) нормальному і б) аварійному режимі роботи.

Напряга живлячого трансформатора $U = 380/220 \text{ В}$. Інші вихідні дані: опір тіла людини $R_{\text{тіла}}$, кОм, опір підлоги $R_{\text{підлоги}}$, кОм, опір ізоляції r_{i3} , кОм і опір взуття $R_{\text{взуття}}$, кОм наведені в таблиці 3.15, 3.16.

Таблиця 3.13 – Вихідні дані до завдання

Вихідні дані	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Опір тіла людини $R_{тіла}, \text{кОм}$	1,0	0,9	1,1	1,3	1,2	0,95	1,05	0,8	1,15	0,85
Опір підлоги $R_{підлоги}, \text{кОм}$	1,4	50	22	97	15	1,5	3,0	10	2,5	99
Опір ізоляції $r_{із}, \text{кОм}$	500	700	600	300	100	800	900	200	400	1000
Опір взуття $R_{взуття}, \text{кОм}$	1,5	7,5	0,5	900	25	2,0	1,0	700	0,7	80
Вихідні дані	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Опір тіла людини $R_{тіла}, \text{кОм}$	1,5	1,45	1,4	1,35	1,25	1,15	0,95	0,9	1,0	1,03
Опір підлоги $R_{підлоги}, \text{кОм}$	22	97	15	1,5	15	1,5	3,0	99	50	3,0
Опір ізоляції $r_{із}, \text{кОм}$	600	300	100	800	100	800	900	1000	700	900
Опір взуття $R_{взуття}, \text{кОм}$	0,5	900	25	2,0	25	2,0	1,0	80	7,5	1,0

Практичне завдання 2. Визначити силу струму, що протікає через тіло людини у випадку її однофазного дотику (в нормальному і аварійному режимах) до струмопровідної частини електроустановки в мережі з ізолюваною нейтраллю трансформатора. Оцінити небезпеку таких включень для людини, порівняти отримані значення з допустимими. Для розрахунку задані: лінійна напруга мережі $U_{л}, \text{кВ}$, опір ізоляції фазних проводів ($r_A = r_B = r_C = r_n$), ємність фазних проводів відносно землі ($C_A = C_B = C_C = C$), перехідний опір в місці замикання на землю $R_k, \text{Ом}$, опір тіла людини $R_{тіла}, \text{кОм}$, матеріал підшви взуття і матеріал опорної поверхні ніг (підлоги). Вихідні дані наведені в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Вихідні дані до завдання

Варіант	$U_{л}, \text{кВ}$	$r_{із}, \text{кОм}$	$C, \text{мкФ}$	$R_{тіла}, \text{кОм}$	Матеріал підшви взуття	Матеріал опорної поверхні ніг
1	2	3	4	5	6	7
1	6	50	0,050	2,0	Шкіра с.	Цегла с.
2	6	60	0,055	1,0	Шкіра в.	Цегла в.
3	6	70	0,060	1,8	Шкірозамінник с.	Дерево с.
4	6	80	0,065	1,7	Шкірозамінник в.	Дерево в.
5	6	90	0,070	1,6	Шкіра с.	Лінолеум с.
6	10	100	0,075	1,5	Шкіра в.	Лінолеум в.
7	10	110	0,080	1,4	Гума с.	Бетон с.
8	10	120	0,085	1,3	Гума в.	Бетон в.

Закінчення таблиці 3.14.

1	2	3	4	5	6	7
9	10	130	0,090	1,2	Шкірозамінник с.	Метал.
10	10	140	0,095	1,1	Шкірозамінник в.	Метал
11	8	55	0,050	2,0	Шкіра с.	Цегла с.
12	8	65	0,055	1,0	Шкіра в.	Цегла в.
13	8	75	0,060	1,8	Шкірозамінник с.	Дерево с.
14	8	85	0,065	1,7	Шкірозамінник в.	Дерево в.
15	8	95	0,070	1,6	Шкіра с.	Лінолеум с.
16	12	105	0,075	1,5	Шкіра в.	Лінолеум в.
17	12	115	0,080	1,4	Гума с.	Бетон с.
18	12	125	0,085	1,3	Гума в.	Бетон в.
19	12	135	0,090	1,2	Шкірозамінник с.	Метал.
20	10	145	0,095	1,1	Шкірозамінник в.	Метал

Примітка*. В таблиці прийняті скорочення: «с» – сухий, «в» – вологий.

Таблиця 3.15 – Значення опору взуття

Приміщення	Матеріал підшви	Опір $R_{взуття}$, кОм			
		Напруга U , В			
		$U < 65$	$U \approx 127$	$U \approx 220$	$U > 220$
Сухе	Шкіра	200	150	100	50
	Шкірозамінник	150	100	50	25
	Гума	500	500	500	500
Сире і вологе	Шкіра	1,6	1,8	0,5	0,2
	Шкірозамінник	2,0	1,0	0,7	0,5
	Гума	2,0	1,8	1,5	1,0

Таблиця 3.16 – Значення опору підлоги

Матеріал підлоги	Опір підлоги, $R_{підлоги}$ кОм		
	Підлога суха	Підлога волога	Підлога мокра
Бетон	2000	0,9	0,1
Дерево	30	3,0	0,3
Цегла	10	1,5	0,8
Лінолеум	1500	50	4,0
Метал	0,01	0	0

Практичне завдання 3. Визначити напругу кроку при переміщенні людини в зоні розтікання струму з напівсферичного заземлювача для різної відстані від заземлювача. Ширина кроку 0,8 м. За одержаними даними

побудуйте залежність $U_{кр} = f(x)$, зробіть висновки. Необхідні вихідні дані: струм замикання на землю I_3 , А, вид ґрунту, відстань від заземлювача x , м наведені в таблиці 3.17.

Напругу кроку розраховують за формулою:

$$\varphi_{кр} = \varphi_x - \varphi_{x+a}, \quad (3.37)$$

де $a = 0,8$ м – ширина кроку.

Для напівсферичного заземлювача формула потенційної кривої:

$$\varphi_x = \frac{I_3 \cdot \rho}{2 \cdot \pi \cdot x}, \quad (3.38)$$

де ρ – питомий опір ґрунту, Ом×м, взяти з таблиці 3.18.

Таблиця 3.17 – Вихідні дані до завдання

Варіант	I_3, A	Ґрунт	$x_1, м$	$x_2, м$	$x_3, м$	$x_4, м$	$x_5, м$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	160	Пісок	1,2	3,2	7,2	13,7	20,7
2	170	Пісок	1,0	3,0	7,0	13,5	20,5
3	180	Супісок	0,9	2,9	6,9	13,4	20,4
4	190	Супісок	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6
5	200	Суглинок	1,6	3,6	7,4	14,1	20,1
6	210	Суглинок	1,3	3,3	7,3	13,8	20,8
7	220	Глина	0,7	2,7	6,7	13,2	20,2
8	230	Глина	0,8	2,8	6,8	13,3	20,3
9	240	Садова земля	1,4	3,4	7,4	13,9	20,9
10	250	Садова земля	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6
11	210	Пісок	1,3	3,3	7,3	13,8	20,8
12	230	Пісок	0,8	2,8	6,8	13,3	20,3
13	170	Супісок	1,0	3,0	7,0	13,5	20,5
14	240	Супісок	1,4	3,4	7,4	13,9	20,9
15	200	Суглинок	1,6	3,6	7,4	14,1	20,1
16	220	Суглинок	0,7	2,7	6,7	13,2	20,2
17	250	Глина	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6
18	180	Глина	0,9	2,9	6,9	13,4	20,4
19	160	Садова земля	1,2	3,2	7,2	13,7	20,7
20	190	Садова земля	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6

Таблиця 3.18 – Питомий електричний опір ґрунтів

Ґрунт	Питомий опір ρ , Ом \times м	
	Межі коливань	Рекомендовано для розрахунків
Торф	-	20
Чорнозем	9 – 53	30
Садова земля	30 – 60	50
Глина	8 – 70	60
Суглинок	40 – 150	100
Супісок	150 – 400	300
Пісок	400 – 2500	500
Ґравій, щебінь	–	2000
Кам'янистий ґрунт	500 – 8000	4000

3.2.2 Розрахунок захисного занулення

Занулення складається в поєднанні корпусів струмоприймача або іншого обладнання, яке може опинитися під напругою в результаті порушення ізоляції, з нульовим проводом за допомогою металевих провідників (рис. 3.1).

Задача занулення – ліквідація небезпеки ураження електричним струмом при порушенні ізоляції і появи на корпусах обладнання небезпечної напруги (Правила улаштування електроустановок, 2017).

Принцип дії занулення – перетворення пробою на корпус в однофазне коротке замкнення, тобто утворення так званого ланцюга короткого замикання (корпус – нульовий провід – фазна обмотка трансформатора), що має малий опір – десяті частки Ома.

При пробиванні на корпус в ланцюгу короткого замикання виникає великий струм короткого замикання $I_{КЗ}$, який забезпечує швидке перегорання плавких вставок за 5...7 с або відключення пошкоджених фаз автоматичними пристроями, що реагують на струм короткого замикання за 1...2 с. В Протягом короткого часу, який визначається швидкістю спрацювання захисту, людина, яка доторкнулася до пошкодженого обладнання, попадає під фазову напругу. Якщо захисне занулення не спрацює у встановлений час, то людина може бути вражена електричним струмом.

Для надійного спрацювання захисту необхідно виконання умови:

$$I_{КЗ} \geq 3 \cdot I_{нл.вст}^n, \quad (3.39)$$

де $I_{нл.вст}^n$ – номінальний струм плавкої вставки.

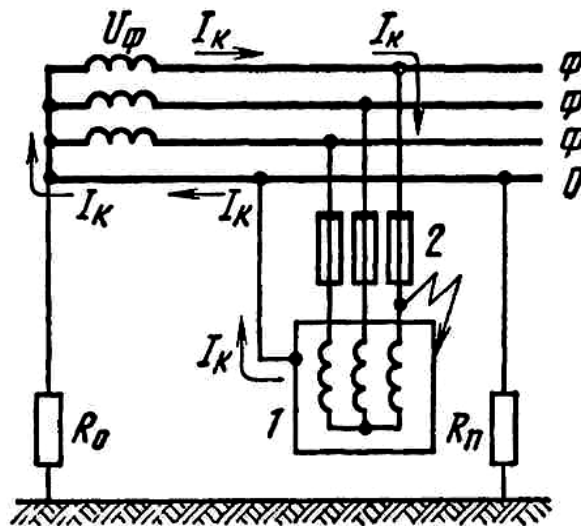


Рисунок 3.8 – Принципова схема занулення

R_0 – заземлення нульової точки трансформатора; Z_m – опір обмотки трансформатора; R_H – опір нульового проводу; 1 – плавкі вставки; 2 – електродвигун; I_{K3} – струм короткого замикання; R_ϕ – опір фазного проводу; R_{II} – повторне заземлення нульового проводу.

або

$$I_{K3} \geq 1,25 \cdot I_{авт}^H, \quad (3.40)$$

де $I_{авт}^H$ – номінальний струм спрацювання автомата.

Плавкі вставки запобіжника обирають за величиною пускового струму електродвигуна з урахуванням режиму його роботи:

$$I_{п.вст.}^H = \frac{I_{ел.дв.}^{п.уск.}}{\alpha}, \quad (3.41)$$

де $I_{ел.дв.}^{п.уск.}$ – пусковий струм електродвигуна; α – коефіцієнт режиму роботи.

Для асинхронних двигунів $\alpha = 1,6 \dots 2,5$;

$$I_{эл.дв.}^{п.уск.} = I^H \cdot \beta, \quad (3.42)$$

де I^H – номінальний робочий струм електродвигуна;

β – коефіцієнт перевантаження, що приймається за каталогом для електродвигунів $\beta = 5 - 7$.

В схемі занулення необхідна наявність нульового проводу, заземлення нейтралі джерела струму, повторне заземлення нульового проводу.

Призначення нульового проводу – створення для струму короткого замикання замкнутого ланцюгу з малим опором і забезпечення I_{K3} , достатнього для спрацювання захисту. Нульовий провід повинен мати провідність не менше 0,5 провідності фазного проводу.

Приклад.

Розрахувати систему захисного занулення при потужності живильного трансформатора 700 кВА, схема з'єднання обмоток – зірка, електродвигун асинхронний серії 4АМ. $U = 380 \text{ В}$. $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$, тип 4АМ132М2.

Перевіряємо умову забезпечення відключаючої здатності занулення:

$$I_{кз} \geq 3 \cdot I_{нл.вст.}^н \quad (3.43)$$

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_{\Pi}} \quad (3.44)$$

де U_{ϕ} – фазна напруга, В;

Z_T – опір трансформатора, Ом;

Z_{Π} – опір петлі фаза-нуль, яке визначається за залежністю:

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R_{\phi} + R_H)^2 + (X_{\phi} + X_H + X_{\Pi})^2}, \quad (3.45)$$

де R_H, R_{ϕ} – активні опори фазового та нульового провідників, Ом;

X_H, X_{ϕ} – внутрішні індуктивні опори фазового і нульового провідників, Ом;

X_{Π} – зовнішній індуктивний опір петлі фаза нуль, Ом.

Визначаємо опір трансформатора Z_T . При розрахунках занулення Z_T береться за табл. 3.19.

Таблиця 3.19 – Наближені розрахункові повні опори Z_T масляних трансформаторів 2104-92

Потужність трансформатора, кВА	Z_T при схемі обмоток з'єднання		Потужність трансформатора, кВА	Z_T при схемі обмоток з'єднання	
	зіркою	трикутником		зіркою	Трикутником
25	3,11	0,906	250	0,312	0,090
40	1,949	0,562	400	0,195	0,056
63	1,237	0,360	630	0,129	0,042
100	0,799	0,226	1000	0,089	0,027
160	0,487	0,141			

Примітка. Номінальна напруга обмоток 6 – 10 кВ.

Визначаємо номінальний струм електродвигуна:

$$I_{эл.дв}^н = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \alpha} \quad (3.46)$$

де P – номінальна потужність двигуна, кВт;
 U_n – номінальна напруга, В;
 $\cos\alpha$ – коефіцієнт потужності.

$$I_{\text{эл.дв}}^n = \frac{11 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 18,6 \text{ А.}$$

Для розрахунку активних опорів R_ϕ і R_n задаємося перерізом, довжиною, матеріалом нульового і фазового провідників. Опір провідників з кольорових металів визначається за наступною формулою:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}, \quad (3.47)$$

де ρ – питомий опір провідника (для міді $\rho = 0,018$, для алюмінію $\rho = 0,028$ Ом · мм²/м);
 l – довжина провідника, м;
 S – переріз, мм², значення X_ϕ і X_n для мідних і алюмінієвих провідників малі (близько 0,0156 Ом/км) і, як правило, ними нехтують.

Активний і індуктивний опір провідників визначають за додатком В, табл. В.2. Для цього задаються довжиною провідника і профілем перерізу, визначають значення струму короткого замикання, що очікується. Величину зовнішнього індуктивного опору петлі фаза - нуль в практичних розрахунках приймають рівним 0,6 Ом/км.

За довідковими даними знаходимо основні технічні характеристики електродвигуна (додаток В, табл. В.3) 4АМ132М2 потужність $P = 11$ кВт, $\cos\alpha = 0,90$, $I^n = 7,5$ А:

$$N = 10 \text{ кВт}; \cos\alpha = 0,9; \frac{I_{\text{ел.дв.}}^{\text{пуск.}}}{I^n} = 7,5.$$

Розраховуємо пусковий струм двигуна:

$$I_{\text{эл.дв}}^{\text{пуск}} = 7,5 \cdot 18,6 = 139,5 \text{ А.}$$

Визначаємо номінальний струм плавкої вставки:

$$I_{\text{пл.вст.}}^n = \frac{I_{\text{эл.дв.}}^{\text{пуск}}}{\alpha} = \frac{139,5}{2} = 69,75 \text{ А,}$$

де α – коефіцієнт режиму роботи для двигунів з частими включеннями (конвеєри, вентилятори) приймається $\alpha = 2 - 2,5$.

Визначаємо значення струму короткого замкнення, що очікується:

$$I_{\text{кз}} \geq 3 \cdot I_{\text{пл.вст.}}^n = 3 \cdot 69,75 = 209,25 \text{ А.}$$

Задаємося стандартним перерізом нульового проводу 4×40 мм і розраховуємо щільність струму δ :

$$\delta = \frac{I_{\text{кз}}}{S} = \frac{209,25}{4 \cdot 40} = 1,31 \text{ А/мм}^2.$$

За додатком В табл. В2 знаходимо значення активних та індуктивних опорів сталевих провідників. З цією метою задаємося перерізом та довжиною нульового l_n і фазового l_ϕ провідників, що виконані зі сталі: $l_n = 50$ м, перерізом 4×40 мм; $S = 160$ мм²; $l_\phi = 100$ м; перерізом $d = 8$ мм; $S = 50,27$ мм². Переріз нульового провідника та його матеріал обираються з умови, щоб повна провідність нульового проводу була не менше 50% повної провідності фазового проводу, тобто:

$$\frac{1}{R_n + X_n} \geq \frac{1}{2} \cdot (R_\phi + X_\phi)$$

Активний опір фазового проводу береться за табл. 3.2 в залежності від площі перерізу останнього і щільності струму:

$$R_\phi = r \cdot l_\phi = 6,4 \cdot 0,1 = 0,64 \text{ Ом.}$$

Аналогічно визначаємо активний опір нульового проводу:

$$R_n = 1,81 \cdot 0,05 = 0,09 \text{ Ом.}$$

Визначаємо внутрішні індуктивні опори фазового і нульового провідників X_ϕ і X_n :

$$\begin{aligned} X_\phi &= X_\omega \cdot l_\phi = 3,84 \cdot 0,1 = 0,38 \text{ Ом;} \\ X_n &= X_\omega \cdot l_n = 1,08 \cdot 0,05 = 0,054 \text{ Ом.} \end{aligned}$$

де X_ω – за додатком В, табл. В.2, Ом;
 l – довжина провідника, км.

Зовнішній індуктивний опір петлі фаза-нуль $X_n = 0,6$ Ом/км. Загальна довжина петлі $50 + 100 = 150$ м = $0,15$ км, тоді $X_n = 0,6 \cdot 0,15 = 0,09$ Ом.

Використовуючи отримані дані, розраховуємо Z_{Π} і визначаємо струм короткого замикання.

$$\begin{aligned} Z_{\Pi} &= \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_n)^2} = 0,778; \\ I_{\text{кз}} &= \frac{U_\phi}{\frac{Z_T}{3} + Z_{\Pi}} = \frac{380}{\frac{0,129}{3} + 0,778} = 462 \text{ А.} \end{aligned}$$

Перевіряємо умову надійного спрацювання захисту:

$$I_{\text{КЗ}} \geq 3 \cdot I_{\text{пл.вст.}}^{\text{н}}; \quad 462 > 3 \cdot 69,75 \text{ А.}$$

Струм $I_{\text{КЗ}}$ в декілька разів перебільшує номінальний струм плавкої вставки, тому при замиканні на корпус плавка вставка перегорить за 5 – 7 с і вимкне пошкоджену фазу. За номінальним струмом приймаємо плавку вставку серії ПНН-33-ХЗ (Додаток В, табл. В4) з номінальним струмом 80 А при напрузі мережі 380 В.

Практичні завдання.

Розрахувати систему захисного занулення при потужності живильного трансформатора P кВА, схема з'єднання обмоток – за варіантом, електродвигун асинхронний серії 4АМ. $U = 380 \text{ В.}$ з числом обертів $n \text{ хв}^{-1}$.

Таблиця 3.20 – Вихідні дані

№ варіанту	Потужність живильного трансформатора P , кВА	Схема з'єднання обмоток	Кількість обертів двигуна n , хв^{-1}	Тип двигуна
1	25	Зірка	1400	4ААМ56А2
2	40	Трикутник	1200	4ААМ56В2
3	63	Трикутник	975	4АМ63А2
4	100	Трикутник	600	4АМ63В2
5	160	Зірка	2000	4АМ63В2
6	250	Зірка	600	4АМ71В2
7	400	Зірка	975	4АМ80А2
8	630	Трикутник	2000	4АМ80В2
9	1000	Трикутник	1400	4АМ90Л2
10	160	Трикутник	1200	4АМ100S2
11	25	Трикутник	975	4АМ100Л2
12	40	Зірка	1100	4АМ112М2
13	63	Зірка	2000	4АМ132М2
14	100	Зірка	1200	4АМ160S2
15	160	Трикутник	1400	4АМ160М2
16	250	Трикутник	600	4АМ180S2
17	400	Трикутник	975	4АМ180М2
18	630	Зірка	1200	4АМ200М2
19	1000	Зірка	1400	4АМ200Л2
20	400	Зірка	2000	4АМ225М2

3.2.3 Розрахунок захисного заземлення

Найпоширеніший і найнадійніший засіб електрозахисту – захисне заземлення, яке базується на зниженні до безпечних значень напруги дотику і крокової напруги, що зумовлені замиканням на корпус. Цього досягають шляхом зменшення опор заземлення.

Захисним улаштуванням називається сукупність заземлювача (металевого

провідника або групи провідників, які знаходяться у безпосередньому зіткненні з ґрунтом) і заземлювальних провідників, які з'єднують заземлені частини устаткування із заземлювачами. Залежно від розташування заземлювачів по відношенню до заземленого обладнання, конструкції заземлення бувають виносними (зосередженими) і контурними (розподіленими).

У контурних заземлювальних пристроях заземлювачі розташовують по контуру (периметру) будівлі, в якій знаходиться електрообладнання, яке треба заземлити (рис. 3.8, а).

У місцях з високим питомим опором ґрунту економічно може бути більш доцільним влаштування виносних заземлювачів, які розміщують в більш провідних шарах землі (рис. 3.8, б).

При контурному заземленні заземлювачі розташовуються по периметру і всередині майданчика, на якому встановлено заземлене обладнання і електрично з'єднуються. Під час замикання на корпус струм стікає на землю і завдяки системі заземлювачів, розташованих у вершинах мережі з визначеним кроком, на поверхні території майданчика з'являється підвищений відносно підлеглої території потенціал.

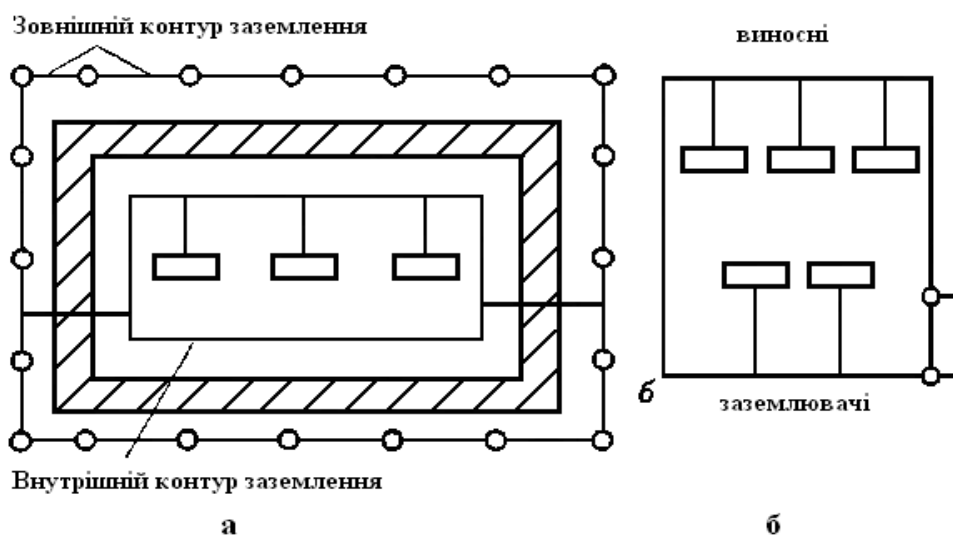


Рисунок 3.9 – Схема контурного та виносного заземлення

Заземлювачі можуть бути природні і штучні. Як природні заземлювачі використовують різноманітні металоконструкції, які мають хороший контакт із землею: арматура залізобетонних конструкцій, трубопроводи (крім тих, що застосовуються для транспортування горючих і вибухових рідин та газів), металеві оболонки кабелів (за винятком алюмінієвих), обсадні труби тощо. Штучні заземлювачі являють собою спеціально влаштовані металоконструкції. У першу чергу, для заземлення слід використовувати природні заземлювачі, якщо вони є.

Характеристика стаціонарних заземлювачів та струмовідводів наведені в табл. 3.21.

Зовні будівель звичайно формують зовнішній заземлювальний контур. Для цього за межами відмовки будинку, в спеціально викопаній траншеї

глибиною 0,6...0,8 м вбивають вертикальні заземлювачі на віддалі один від одного 1...3 м, що дорівнює довжині заземлювача. Вертикальні заземлювачі методом зварювання з'єднують між собою половою. Утворюється замкнутий по периферії цеху зовнішній контур, від якого в середину цеху виводяться провідники. Останні також зварюванням з'єднуються з внутрішнім контуром.

Внутрішній контур, до якого приєднуються корпуси електроустановок – це закріплений на внутрішній стінці цеху провідник, який з'єднується із зовнішнім контуром. Велика увага надається надійності з'єднань в конструкції заземлення.

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом, приміщення в якому проводяться всі роботи відносяться до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 380 В. Опір контуру заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Таблиця 3.21 – Характеристика стаціонарних заземлювачів та струмовідводів

Струмовідводи і заземлювачі	Назва	Характеристика
Струмовідводи	Заземлення верстатів, машин, металеві апаратури, резервуарів, котлів, трубопроводів, зливо-наливних приладів	Сталева стрічка перерізом 48 мм ² , товщиною більше 4 мм
Струмовідводи	Заземлення автоцистерн	Сталевий трос діаметром не менше 6 мм
	Заземлення гумових шлангів і ліжок	Гнучкий сталевий провід перерізом не менше 12 мм ²
Заземлювачі	Заземлювальний контур зі сталевих труб (електродів)	Труби діаметром 38...60 мм, з товщиною стінки більше 3,5 мм. Сталеві стержні діаметром 40...50 мм, довжиною 2...3 м. Вбивають вертикальні заземлювачі в землю на глибину від поверхні землі до верху труби або стержня 0,6...0,8 м.
Сталеві стрічки	Для струмовідводів (електродів)	Перерізом не менше 100 мм ² , товщиною не менше 4...5 мм, заглиблюють в землю на глибину 0,6...0,8 м
Сталеві пластини	Для струмовідводів (електродів)	Товщина не менше 4 мм і площею не менше 1 м ² . Заглиблюють в землю вертикально на глибину від поверхні землі до верхнього краю пластини 0,6...0,8 м

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів.

Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності

за нескінченно великих відстаней між його електродами.

Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_z .

Метою розрахунку штучного заземлювального пристрою є визначення такої конструкції заземлювача, при якій його фактичний опір розтіканню струмів в ґрунті не перевищує нормативну величину*

Для розрахунку заземлення використовуємо *метод коефіцієнтів використання*.

Спочатку визначаємо допустимий нормативний опір заземлювача. Для електромережі з лінійною напругою 380 В нормативний опір заземлювача захисного заземлення дорівнює $R_H = 4$ Ом.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту:

$$\rho_{розр} = \rho_{гр} \cdot \psi, \quad (3.48)$$

де $\rho_{гр}$ – питомий опір ґрунту, Ом·м;

ψ – кліматичний коефіцієнт опору ґрунту, що враховує можливе підвищення опору ґрунту протягом року у порівнянні з заданим значенням $\rho_{гр}$ (додаток В, табл. В.7).

В якості вертикальних електродів дозволяється використання сталевих труб діаметром не менше 16 мм. Для заданого у вихідних даних діаметру вертикального електроду визначаємо опір розтікання струму одного електрода (рисунок 3.9):

$$R_B = \frac{\rho_{розр}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot H + l}{4 \cdot H - l} \right) \quad (3.49)$$

(при $H_o \geq 0,5$ м та $l > d$).

Довільно встановлюємо кількість вертикальних електродів, розмістив їх на власний розсуд на плані (у ряд або контур). Визначив відношення відстані між електродами a до їх довжини l (це відношення як правило дорівнює 1, 2 або 3), визначаємо коефіцієнт використання вертикальних електродів n_e (додаток В, табл. В.8).

Після цього розраховується опір горизонтального електроду за однією з формул:

якщо електрод – сталева штаба в ґрунті:

$$R_z^1 = \frac{\rho_{розр}}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot H_1} \quad \text{при} \quad \frac{L}{H_1} \geq 5, \quad (3.50)$$

якщо електрод – круглого перерізу:

$$R_{\circ}^1 = \frac{\rho_{\text{розр}}}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{L^2}{d \cdot H_1} \quad (3.51)$$

Сумарна довжина горизонтального електроду L визначається виходячи з відстані між вертикальними електродами а та їх кількості n :
при розташуванні вертикальних електродів за контуром:

$$L = 1,05 \cdot a \cdot n, \text{ м} \quad (3.52)$$

при розташуванні вертикальних електродів в ряд:

$$L = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1). \quad (3.53)$$

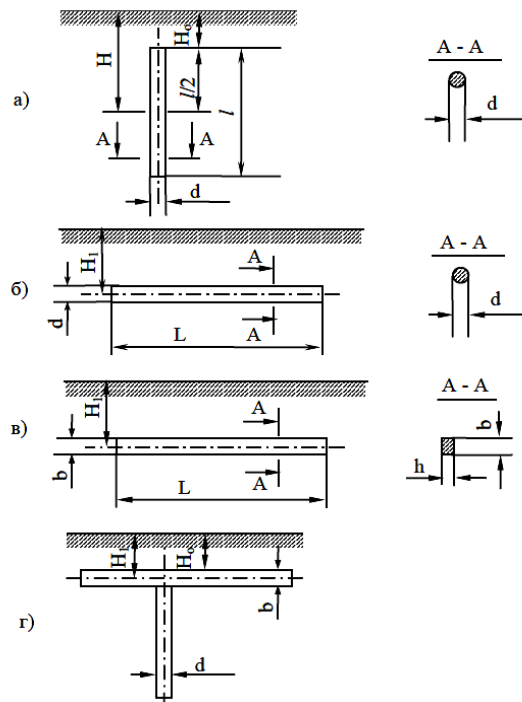


Рисунок 3.10 – Елементи штучного заземлювача:

а) – круглий вертикальний електрод; б) – круглий горизонтальний електрод; в) – горизонтальний електрод з прямокутної штаби; г) – з'єднання вертикального електроду з горизонтальним, виготовленим з прямокутної штаби

Уточнюємо величину опору горизонтального електрода з урахуванням його коефіцієнта використання η_r (Додаток В, табл. В7):

$$R_r = \frac{R_r^1}{\eta_r} \quad (3.54)$$

Визначаємо максимально допустимий опір вертикальних електродів:

$$R_B = \frac{R_\Gamma \cdot R_H}{R_\Gamma - R_H} \quad (3.55)$$

Після цього, враховуючи величину коефіцієнта використання вертикальних електродів, визначаємо їх розраховану кількість:

$$n = \frac{R_1}{\eta_B \cdot R_B} \quad (3.56)$$

Приймаємо найближче більше ціле значення n .

Розрахунок вважається правильним, якщо запропонована кількість вертикальних електродів не є меншою від розрахованої.

Приклад.

Розрахувати контур штучного заземлювача, що поєднаний для захисного та функціонального заземлень, враховуючи, що нормативний опір захисного заземлення $R_n = 4$ Ом (для лінійної напруги 380 В).

Ґрунт має питомий опір $\rho_{ep} = 20$ Ом. За таблицею додатку В, табл. В.6 це чорнозем.

За додатком В, табл. В.7 кліматичний коефіцієнт опору ґрунту для чорнозему $\psi = 1,32$.

Розв'язання.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту за формулою:

$$\rho_{розр} = \rho_{ep} \cdot \psi = 20 \cdot 1,32 = 26,4 \text{ Ом.}$$

Матеріал вертикального заземлювача – сталева труба 0,38 мм. Обираємо вертикальний електрод довжиною $l = 5$ м, заглиблений на відстань $h_o = 0,5$ м від планувальної відмітки землі. Тоді:

$$H = \frac{l}{2} + h_o = \frac{5}{2} + 0,5 = 3 \text{ м.}$$

Визначаємо опір одиночного вертикального електрода:

$$R_B = \frac{\rho_{розр}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot H + l}{4 \cdot H - l} \right) = \frac{26,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0,038} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 3 + 5}{4 \cdot 3 - 5} \right) = 51 \text{ Ом.}$$

Будівля має розмір 12×18 м². Розташовуємо вертикальні електроди заземлювача у ряд на відстані 1 м від фундаменту вздовж довгого боку будинку. В якості горизонтального електрода приймаємо сталеву штабу розміром $b \times h = 40 \cdot 4 = 160$ мм².

Попередньо приймаємо 2 вертикальних електроди, що розташовані на відстані $a = 5$ м один від одного в ряд.

Горизонтальний електрод заглиблений на:

$$H_1 = h_o + \frac{b}{2} = 0,5 + \frac{0,04}{2} = 0,52 \text{ м},$$

від планувальної відмітки землі

Визначаємо опір горизонтального електроду R_G , визначивши довжину горизонтального електроду L :

$$L = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1) = 1,05 \cdot 5 \cdot (2 - 1) = 5,25 \text{ м.}$$
$$R_G^1 = \frac{\rho_{розр}}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{L^2}{d \cdot H_1} = \frac{26,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 5,25} \cdot \ln \frac{5,25}{0,038 \cdot 0,52} = 6,3 \text{ Ом.}$$

Приймаємо для 2-х вертикальних електродів (при відношенні відстані між електродами до їх довжини $\frac{a}{l} = \frac{5}{5} = 1$):

- коефіцієнт використання вертикального електроду $\eta_v \sim 0,85$ (додаток В табл. В.3),

- коефіцієнт використання горизонтального електроду $n_G \sim 0,87$ (додаток В, табл. В.4).

Визначаємо реальний опір горизонтального електроду:

$$R_G = \frac{R_G^1}{\eta_G} = \frac{6,3}{0,87} = 7,2 \text{ Ом.}$$

Визначаємо максимально припустимий опір вертикального електроду:

$$R_B = \frac{R_G \cdot R_H}{R_G - R_H} = \frac{7,2 \cdot 4}{7,2 - 4} = 9,0 \text{ Ом.}$$

Після цього, враховуючи величину коефіцієнта використання вертикальних електродів, розраховуємо їх кількість:

$$n = \frac{R_1}{R_B \cdot \eta_B} = \frac{5,1}{9,0 \cdot 0,85} \approx 1$$

Запропонована кількість вертикальних електродів (2 шт.) не є меншою від розрахованої (1 шт.). Кінцева кількість вертикальних електродів – 2 шт.

Практичне завдання.

Розрахувати контур штучного заземлювача, що поєднаний для захисного та функціонального заземлень, враховуючи, що нормативний опір захисного заземлення $R_H = 4$ Ом (для лінійної напруги 380 В).

Ґрунт має питомий опір $p_{зр}$. Розміри будівлі $a \times b$ м.

Вихідні дані для розрахунків наведені в табл. 3.22.

Таблиця 3.22 – Вихідні дані для розрахунків

№ варіанту	Вид ґрунту	Розміри будівлі, м		Довжина вертикального електроду, м	№ варіанту	Вид ґрунту	Розміри будівлі, м		Довжина вертикального електроду, м
		довжина <i>a</i>	ширина <i>b</i>				довжина <i>a</i>	ширина <i>b</i>	
1	Пісок	10	8	3	11	Суглинок	20	20	7
2	Супісок	15	10	4	12	Глина	12	12	6
3	Суглинок	20	15	5	13	Чорнозем	12	4	5
4	Глина	12	6	6	14	Торф	30	10	4
5	Чорнозем	15	7	7	15	Пісок	30	15	3
6	Садова земля	10	5	6	16	Садова земля	8	4	4
7	Торф	20	10	7	17	Торф	30	20	5
8	Пісок	15	8	5	18	Пісок	8	8	6
9	Супісок	10	10	4	19	Глина	30	30	7
10	Суглинок	15	15	3	20	Чорнозем	12	12	3

3.2.4 Розрахунок захисного відключення

Захисне відключення – швидкодіючий захист, що забезпечує автоматичне відключення електроустановки при виникненні в ній небезпеки поразки людини струмом. Щоб забезпечити безпеку, захисне відключення повинне здійснювати сукупність наступних захистів: від неповних і глухих замикань на землю (корпус), від витоків, автоматичний контроль ланцюга заземлення або занулення, самоконтроль справності захисного відключення. Пристрої захисного відключення (ПЗВ) є досить ефективними з боротьби зі смертельним травматизмом через електрику.

У країнах – членах Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК) вже у 1996 році перебували в експлуатації близько 600 мільйонів ПЗВ диференційного типу, встановлених у житлових будинках і будинках суспільного проживання, що зменшило, більш ніж на порядок, смертельний травматизм у мережах напругою до 1000 В.

Основні вимоги, яким повинні відповідати ПЗВ:

- висока чутливість;
- малий час відключення (0,05 – 0,20) секунди;
- селективність дії;
- здатність здійснювати самоконтроль справності;

- висока надійність.

Область застосування ПЗВ практично не обмежена, однак найбільше застосування знайшли в мережах напругою до 1000 В. Захисне відключення є досить ефективним засобом, особливо коли висока ймовірність випадкового дотику людини до струмоведучих частин і важко здійснити заземлення або занулення. Захисне відключення незамінне для ручного електроінструмента й пересувних електроустановок.

По вхідній величині, на яку реагує ПЗВ вони діляться:

- потенціал корпусу;
- струм замикання на землю;
- напруга нульової послідовності;
- напруга фази щодо землі;
- струм нульової послідовності (диференційний струм);
- оперативний струм;
- вентильна схема.

Існують й комбіновані ПЗВ, що реагують на кілька вхідних величин.

В залежності від характеристик електроустановок, для яких призначені ПЗВ, їх слід класифікувати за:

- режиму нейтралі джерела живлення електроустановки;
- роду і частоти струму;
- напрузі;
- числу фаз (полюсів);
- мобільності.

У залежності від режиму нейтралі джерела живлення електроустановки ПЗВ підрозділяють на пристрої, призначені для електроустановок з ізолюваною або глухозаземленою нейтраллю.

По роду і частоті струму ПЗВ підрозділяють на пристрої, призначені для електроустановок:

- змінного струму частоти 50 (60) Гц;
- змінного струму непромислової частоти;
- постійного струму;
- випрямленого струму;
- двох і більше пологів струму з числа зазначених вище.

ПЗВ, призначені для відключення електроустановок при доторканні людини до частин, що перебувають під напругою, підрозділяють на пристрої, розраховані на електроустановки наступних класів напруг:

- змінного струму частоти 50 (60) Гц – 127, 220, 380, 500, 660, 1140 В;
- змінного струму частоти 400 Гц - 200;
- постійного (випрямленого) струму – 110, 220, 275, 400 В.

ПЗВ, призначені для відключення електроустановки при виникненні в ній струму витоку, підрозділяють на пристрої, розраховані на електроустановки вищевказаних класів напруги, а також 6000 і 10000 В частоти 50 (60) Гц.

За кількістю фаз (полюсів) ПЗВ підрозділяють на:

- однофазні (однополюсні);

- двофазні (двополюсні);
- трифазні (триполюсні, чотириполюсні).

За видами засобів захисту, взаємодіючих з ПЗВ, розрізняють пристрої, використовувані з:

- захисним заземленням;
- занулення;
- автоматичним закороченням на землю пошкодженої фази (шунтуванням ланцюзі витоку струму замикання на землю);
- компенсацією (автоматичною чи статичною) струму витоку (замикання на землю).

Крім того, ПЗВ можуть класифікуватися за іншими критеріями, наприклад, за конструктивним виконанням.

Наприклад:

1. Характеристика електроустановки, що захищається.

1.1. Нейтраль джерела живлення – глухозаземлена.

1.2. Рід і частота струму – змінний 50 Гц.

1.3. Номінальна напруга – 380 В, струм навантаження – 25 А.

1.4. Число фаз – три.

1.5. Установка пересувна.

2. Вид вхідного сигналу – струм нульової послідовності.

3. Можливість і спосіб регулювання уставок – уставка нерегульована.

4. Спосіб контролю справності – тільки ручний.

5. Умови монтажу – ПЗВ вбудовується в оболонку магнітного пускача типу ПМЕ-211.

6. Необхідність використання з іншими засобами захисту – ПЗВ має використовуватися спільно із зануленням.

7. Вибірковість – ПЗВ селективне.

8. Підключення до електроустановці – безпосереднє.

9. Вид виконання загального призначення.

Основними параметрами, за якими підбирається те чи інше ПЗВ є:

- номінальний струм навантаження тобто робочий струм електроустановки, який протікає через нормально замкнуті контакти ПЗВ в черговому режимі;

- номінальна напруга (діюче значення напруги, при якому забезпечується працездатність ПЗВ – 220, 380В);

- уставка (диференціальний струм вимкнення або мінімальне значення вхідного сигналу, що викликає спрацювання ПЗВ і подальше автоматичне відключення пошкодженої ділянки мережі або струмоприймача); час спрацювання пристрою.

Принцип роботи ПЗВ

Принцип роботи ПЗВ полягає в тому, що воно постійно контролює вхідний сигнал і порівнює його з наперед заданою величиною (уставкою). Наприклад, значення уставок повинні вибиратися для мереж з глухозаземленою

нейтраллю – з ряду 0,002; 0,006; 0,01; 0,02; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5; 1,0 А.

Якщо вхідний сигнал перевищує уставку, то пристрій спрацьовує і відключає захищену електроустановку від мережі. В якості вхідних сигналів пристроїв захисного відключення використовують різні параметри електричних мереж, які несуть в собі інформацію про умови ураження людини електричним струмом. Основними елементами будь-якого пристрою захисного відключення є датчик, перетворювач і виконавчий орган.

ПЗВ, що реагує на потенціал корпусу відносно землі

Призначений для забезпечення безпеки при виникненні на заземленому (або зануленому) корпусі електроустановки підвищеного потенціалу. Датчиком в цьому пристрої (рис. 3.11) служить реле P , обмотка якого включена між корпусом електроустановки та допоміжним заземлювачем R_6 . Електроди допоміжного заземлювача R_6 розташовуються поза зоною розтікання струмів заземлювача R_3 .

Фактично даний тип ПЗВ дублює захисні властивості заземлення або занулення застосовується в якості додаткового захисту, підвищуючи надійність заземлення або занулення. Даний тип ПЗВ може застосовуватися в мережах з будь-яким режимом нейтралі, коли заземлення або занулення неефективно.

ПЗВ, що реагує на диференціальний (залишковий) струм

Знаходять широке застосування у всіх галузях промисловості. Характерною їх особливістю є багатофункціональність. Такі ПЗВ можуть здійснювати захист людини від ураження електричним струмом при прямому дотику, при непрямому дотику, при несиметричного зниження ізоляції проводів відносно землі в зоні захисту пристрою, при замиканнях на землю і в інших ситуаціях.

Принцип дії ПЗВ диференціального типу полягає в тому, що він постійно контролює диференціальний струм і порівнює його з уставкою. При перевищенні значення диференціального струму уставки ПЗВ спрацьовує і відключає аварійний споживач електроенергії від мережі.

Вхідним сигналом для трифазних ПЗВ є струм нульової послідовності. Вхідний сигнал ПЗВ функціонально пов'язаний зі струмом, який протікає крізь тіло людини I_n . Область застосування ПЗВ диференціального типу – мережі з заземленою нейтраллю напругою до 1 кВ (система TN-S). Схема включення ПЗВ, що реагує на диференціальний струм у мережі із заземленою нейтраллю типу TN-S представлена на рисунку 3.12.

Датчиком такого пристрою є трансформатор струму нульової послідовності (ТТНП), на вихідних обмотках якого формується сигнал, пропорційний струму через тіло людини I_n . Перетворювач ПЗВ (П) порівнює значення вхідного сигналу з уставкою, значення якої визначається допустимим струмом через людину, підсилює вхідний сигнал до рівня, необхідного для управління виконавчим органом (ІО). Виконавчий орган, наприклад, контактор, відключає електроустановку від мережі в разі виникнення небезпеки ураження

електричним струмом в зоні захисту ПЗВ. За умовами функціонування диференціальні ПЗВ підрозділяються на наступні типи: АС, А, В, S, G.

ПЗВ типу АС – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний синусоїдальний диференціальний струм, що виникає раптово, або що поволі зростає.

ПЗВ типу А – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний синусоїдальний диференціальний струм і пульсуючий постійний диференціальний струм, що виникають раптово, або повільно зростаючі.

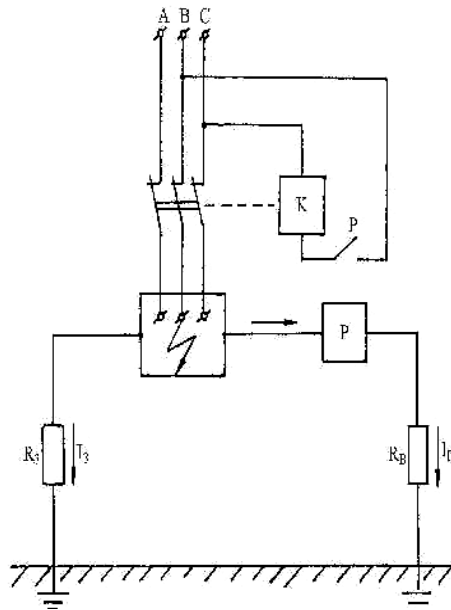


Рисунок 3.11 – Схема ПЗВ, що реагує на потенціал корпусу

ПЗВ типу В – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний, постійний і випрямлений диференціальні струми.

ПЗВ типу S – пристрій захисного відключення, селективне (з витримкою часу відключення).

ПЗВ типу G – те ж, що і типу S, але з меншою витримкою часу.

Принцип дії ПЗВ

При дотику людини до відкритих струмопровідних частин або до корпусу електроприймача (рис. 3.13), який в результаті пробою ізоляції опинився під напругою, по фазному провідникові через ПЗВ крім струму навантаження I_1 потече додатковий струм I_2 (струм витоку), який є для трансформатора струму диференціальним (різницеvim). Нерівність струмів в первинних обмотках – $I_1 + I_2$ у фазному провіднику і $I_2 = I_1$ в нульовому робочому провіднику – викликає небаланс магнітних потоків і, як наслідок, виникнення у вторинній обмотці трансформованого диференціального струму.

Якщо цей струм перевищує задане значення струму порогового елемента пускового органу 2, останній спрацьовує і впливає на виконавчий механізм 3. Виконавчий механізм, який зазвичай складається з пружинного приводу, спускового механізму і групи силових контактів, розмикає електричний ланцюг.

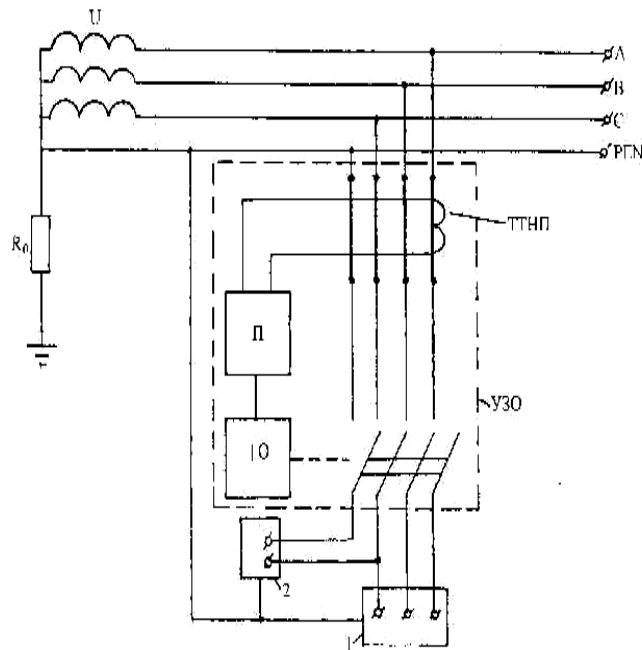


Рисунок 3.12 – Схема підключення до мережі ПЗВ (система TN - S), що реагує на диференціальний струм

В результаті захищається ПЗВ електроустановка знеструмлюється. Для здійснення періодичного контролю справності (працездатності) ПЗВ передбачена ланцюг тестування 4. При натисканні кнопки «Т» штучно створюється ланцюг протікання вимикаючого диференційного струму. Спрацьовування ПЗВ в цьому випадку означає, що пристрій в цілому справний.

Застосування ПЗВ диференційного струму при різних системах заземлення

Для ефективного захисту людини від враження електричним струмом ПЗВ повинно відключати електроприлад від мережі у двох випадках:

1. При зниженні опору ізоляції нижче допустимого рівня або короткому замкненню електроприладу.

В таких випадках спрацьовування ПЗВ є превентивною мірою захисту, не залежно від включення людини у контур струму.

2. При доторканні людини струмопровідних частин або корпусу пошкодженого електроприладу, на якому сталося замкнення.

До моменту відключення ПЗВ напруга на корпусі не повинна перебільшувати допустимого значення $U_{дон}$ з урахуванням класу приміщення по умовам враження людини електричним струмом.

Необхідні значення опору заземлювача визначаються за формулою:

$$R_з = \frac{U_{дон}}{k_{зан} \cdot I_{Дном}}, \quad (3.57)$$

де $U_{дон}$ – допустима напруга дотику, В;
 $k_{зан}$ – коефіцієнт запасу ($k = 1,4$).

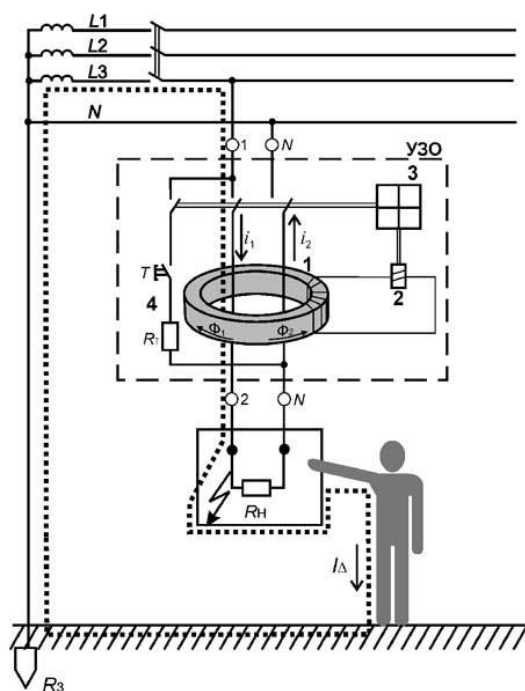


Рисунок 3.13 – Схема, що ілюструє принцип дії ПЗВ

В залежності від класу приміщення за ступенем враження людини електричним струмом допустима напруга може дорівнювати 50, 25 або 12 В.

В таблиці 3.23 Наведені найбільші значення опору заземлювача в залежності допустимої напруги доторкання і диференційного струму, при яких повинно спрацювати ПЗВ.

Відповідно до вимог ПУЕ, в електроустановках системи *ТТ* для захисту людини за умови опосередкованого доторкання при одинарному замиканні на землю повинно бути виконане захисне заземлення у поєднанні з контролем ізоляції мережі або застосовані ПЗВ з номінальним диференційним струмом відключення не більше 30 мА.

Таблиця 3.23 – Опор заземлювача, Ом, електроприладів для системи *ТТ*

Допустима напруга доторкання, В	Диференційний струм, мА		
	10	30	100
50	3571	1190	357
25	1786	595	178
12	857	286	86

При подвійному замкненні на землю повинно бути виконане автоматичне відключення живлення.

В електроустановках системи *ІТ* пристрій контролю ізоляції подає сигнал при першому замкненні на землю. Якщо до усунення першого замкнення відбувається друге замкнення на землю, то спрацює ПЗВ.

Час захисного відключення живлення при подвійному замкненні на відкриті частини повинно відповідати наведеним у таблиці 3.24.

Таблиця 3.24 – Найбільший час захисного відключення для системи IT

Номинальна лінійна напруга $U_{ном}$, В	Час відключення, с
220	0,8
380	0,4
660	0,2
Більше 660	0,1

Приклад 1. Для електропостачання трьохфазних електроприладів, що розташовані у металевому ангарі, використовується мережа з глухозаземленою нейтраллю з напругою 380/220 В і системою заземлення TT . Опір заземлювача 4 Ом, опір заземлювача захисного провідника 1500 Ом.

Розрахувати напругу на відкритих провідних частинах (ВПЧ) електроприладів і струм крізь тіло людини при пошкодженні ізоляції одного з електроприладів та визначити диференційний струм вимикання ПЗВ.

Розв'язання.

Схему, що відображає випадок, який розглядається можна уявити, як показано на рисунку 3.14.

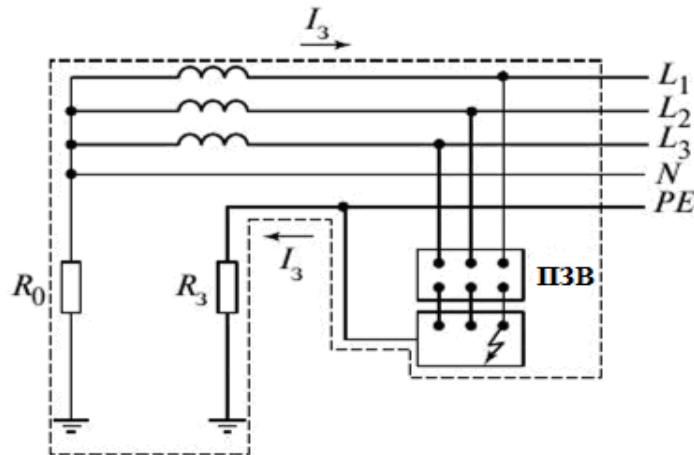


Рисунок 3.14 – Мережа з глухозаземленою нейтраллю з системою заземлення TT

Розрахуємо напругу на відкритих провідних частинах (ВПЧ) де:

$$I_3 = \frac{U_\phi}{R_0 + R_3}. \quad (3.58)$$

Підставимо вихідні значення і отримаємо:

$$U_{ВПЧ} = \frac{U_\phi \cdot R_3}{R_0 + R_3} = \frac{220 \cdot 1500}{4 + 1500} = 219,4 \text{ В.}$$

Тоді струм крізь тіло людини при опорі $R_t = 1$ кОм, становить

$$I_n = \frac{U_{ВПЧ}}{R_n} = \frac{219,4}{1} = 219,4 \text{ мА.}$$

Такий струм буде допустимим для людини за умови, що час спрацювання автоматичного відключення живлення менше 0,2 с.

Так як необхідно забезпечити відключення електроприладу при струмах, які стікають крізь заземлювач захисного провідника і створює на ВПЧ не більше 50 В, то

$$I_3 = \frac{U_{дон}}{R_3} = \frac{50}{1500} = 0,033 \text{ А} = 33 \text{ мА.}$$

Оскільки від мережі живляться декілька електроприладів, то з існуючого ряду номінальних диференційних струмів відключення $I_{дон} = 10, 30$ і 100 мА обираємо 30 мА.

Виходячи з отриманих результатів і вважаючи $I_3 = I_{дон}$, скорегуємо опір заземлювача за формулою:

$$R_3 = \frac{U_{дон}}{k_{зан} \cdot I_3} = \frac{50}{1,4 \cdot 0,03} = 1190 \text{ Ом.}$$

Приклад 2. Для захисту від враження електричним струмом планується встановити ПЗВ з диференційним струмом відключення 30 мА. Визначити номінальний робочий струм для двох варіантів:

- 1) використовується ПЗВ без захисту від надструмів;
- 2) використовується ПЗВ із захистом від надструмів.

Напруга мережі $380/220$ В. Потужність трьохфазних двигунів $P_1 = 1,5$ кВт (3 шт.), $P_2 = 2$ кВт (2 шт.), $P_3 = 3$ кВт (2 шт.). Коефіцієнт одночасної роботи обладнання $k = 0,8$.

Розв'язання.

- 1) Використовується ПЗВ без захисту від надструмів.

Оскільки відповідно до вимог нормативних документів ПЗВ без захисту від надструмів повинно бути захищено послідовно включеним з ним запобіжником або автоматичним вимикачем, то номінальний струм ПЗВ повинен бути скоординований з цим пристроєм.

Визначимо робочі струми електропристроїв за формулою

$$I_p = \frac{P}{3U_\phi \cos \varphi \cdot \eta},$$

де η – коефіцієнт корисної дії електродвигунів.

Вважаємо, що для асинхронних двигунів $\cos \varphi = 0,85$, а $\eta = 0,9$, находимо:

$$I_{p1} = \frac{1500}{3 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 2,97 \text{ A},$$

$$I_{p2} = \frac{2000}{3 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 3,96 \text{ A},$$

$$I_{p3} = \frac{3000}{3 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 5,94 \text{ A},$$

$$I'_{p\Sigma} = 2,97 \cdot 3 + 3,96 \cdot 2 + 5,94 \cdot 2 = 28,71 \text{ A}.$$

З урахуванням коефіцієнту одночасної роботи обладнання $k = 0,8$:

$$I_{p\Sigma} = 28,71 \cdot 0,8 = 22,97 \text{ A}.$$

Враховуючи, що номінальний робочий струм автоматичного вимкнення повинен відповідати значенню з ряду 16, 20, 25 ... А, можна констатувати, отримане значенні сумарного струму відповідає вимогам. Вибираємо значення струму автоматичного вимкнення 25 А.

2) Використовується ПЗВ із захистом від надструмів.

ПЗВ із захистом від надструмів являє собою пристрій, який містить тепловий та електричний роз'єднувач, а також роз'єднувач по диференційному струму, то б то в одному блоці містяться автоматичний вимикач і ПЗВ. Тому додаткового захисту від надструмів такому пристрою не потрібно.

У відповідності з розрахунком сумарного струми вибираємо ПЗВ із захистом від надструмів на номінальний струм 20 А.

Приклад 3. У приміщенні з підвищеною небезпекою встановлюються стаціонарні і пересувні електроприлади, які живляться від розеткової мережі. Для захисту від враження електричним струмом планується встановити ПЗВ з диференційним струмом відключення $I_{\Delta} = 30 \text{ mA}$.

Необхідно визначити відповідність струму I_0 струмам витоку електроприладів (асинхронних двигунів потужністю $P_1 = 2,5 \text{ кВт}$; $P_2 = 1,5 \text{ кВт}$; $P_3 = 1,2 \text{ кВт}$; $P_4 = 1 \text{ кВт}$) і розеткової мережі.

Довжина лінії трансформаторної підстанції до розподільчого щитка, де встановлено ПЗВ – 500 м, а від розподільчого щитка до найбільш віддаленої розетки – 100 м.

Розв'язання.

Відповідно до ПУЕ, при відсутності фактичних (вимірних) значень струму витоку в електроприладі струми витоку приймаються з розрахунку:

- 0,4 мА на 1 А навантаження електроприладів;
- 10 мкА на довжину 1 м фазового дроту.

Визначимо сумарний струм навантаження електроприладів за формулою

$$I_p = \frac{P}{3U_{\phi} \cos \varphi \cdot \eta},$$

де η – коефіцієнт корисної дії електродвигунів.

Вважаючи, що для асинхронних двигунів $\cos \varphi = 0,85$, а $\eta = 0,9$, знаходимо:

$$I_{p1} = \frac{2500}{3 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 4,95 \text{ A},$$

$$I_{p2} = \frac{1500}{3 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 2,97 \text{ A},$$

$$I_{p3} = \frac{1200}{3 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 2,38 \text{ A},$$

$$I_{p4} = \frac{1000}{3 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 1,98 \text{ A}.$$

З урахуванням коефіцієнту одночасної роботи обладнання $\kappa = 0,8$

$$I_{p\Sigma} = 0,8(4,95 + 2,97 + 2,38 + 1,98) = 9,824 \text{ A}.$$

Визначимо струм витoku від електроприладів з розрахунку 0,4 мА на 1 А навантаження:

$$I_{\text{вит.ел}} = \frac{0,4 \cdot 9,824}{1} = 3,93 \text{ мА}.$$

Для визначення струму витoku мережі необхідно поскладати: довжину дротів від диференційного трансформатора до точки розводу розеткових груп; дротів, що йдуть до розеток.

Вважаючи довжину відділень незначними, знайдемо струм витoku проводки від місця установки диференційного трансформатора до найбільш віддаленої розетки (100 м), виходячи з розрахунку 10 мкА на 1 м довжини фазового дроту:

$$I_{\text{вит.пр}} = \frac{0,01 \cdot 100}{1} = 1 \text{ мА}.$$

Тоді загальний струм витoku становитиме:

$$I_{\text{вит.}\Sigma} = 3,93 + 5 \cdot 1 = 8,93 \text{ мА}.$$

Оскільки номінальний диференційний струм вимкнення ПЗВ повинен перебільшувати сумарний струм витoku ланцюгу, який захищається не менше ніж у 3 рази, то б то:

$$\frac{I_{\Delta}}{I_{\text{вст.}\Sigma}} \geq 3,$$

або з врахуванням отриманих даних:

$$\frac{I_{\Delta}}{I_{\text{вст.}\Sigma}} = \frac{30}{8,93} = 3,36.$$

Таким чином, установка ПЗВ вибрана вірно.

Практичне завдання. Для захисту від враження електричним струмом планується встановити ПЗВ з диференційним струмом відключення 30 мА. Визначити номінальний робочий струм за умови використання ПЗВ без захисту від надструмів. Напряга мережі 380/220 В. Потужність трьохфазних двигунів P_1 кількістю n_1 шт., P_2 кількістю n_2 шт., P_3 кількістю n_3 шт. Коефіцієнт одночасної роботи обладнання $\kappa = 0,8$. Варіанти завдань наведені у таблиці 3.24.

Таблиця 3.25 – Варіанти завдань

№ варіанту	Потужність і кількість трьохфазних двигунів					
	P_1 , кВт	n_1 , шт.	P_2 , кВт	n_2 , шт.	P_3 , кВт	n_3 , шт.
1	2	3	4	5	6	7
1	1,0	3	3,0	1	2,0	2
2	1,5	2	2,5	2	2,0	2
3	2,0	1	2,0	3	2,0	2
4	2,5	3	1,5	1	3,0	2
5	3,0	2	1,0	2	3,0	2
6	1,0	1	3,0	3	3,0	2
7	1,5	3	2,5	1	2,5	2
8	2,0	2	2,0	2	2,5	2
9	2,5	1	1,5	3	2,5	2
10	3,0	3	1,0	1	1,5	2
11	1,0	2	3,0	2	1,5	2
12	1,5	1	2,5	3	1,5	2
13	2,0	3	2,0	1	1,0	2
14	2,5	2	1,5	2	1,0	2
15	3,0	1	1,0	3	1,0	2
16	1,0	3	3,0	1	2,0	2
17	1,5	2	2,5	2	2,0	2
18	2,0	1	2,0	3	2,0	2
19	2,5	3	1,5	1	3,0	2
20	3,0	2	1,0	2	3,0	2

3.2.5 Розрахунок блискавкозахисту

У теперішній час не існує таких пристроїв і методів, які здатні змінити

природні погодні явища до такого ступеню, щоб запобігти удару блискавки. Дугові розряди блискавки, що влучають у будівлі, споруди (або в їх системи енергопостачання), є небезпекою для самих будівель, споруд, обладнання та устаткування, що знаходяться всередині, для життя людей, а також для енергетичних систем, тому прийняття заходів блискавкозахисту є край важливим.

Необхідність захисту, економічне обґрунтування заходів захисту і відповідний їх вибір визначають з урахуванням управління ризиком, який розглядається в ДСТУ EN 62305-2:2012.

Для оцінки доцільності забезпечення блискавко захисту об'єкту необхідно провести оцінку ризику у відповідності з процедурами, які означені у ДСТУ EN 62305-2:2012. Приймають до уваги наступні ризики, що відповідають типам шкоди:

- R_1 – загроза для життя;
- R_2 – порушення комунального обслуговування;
- R_3 – невідновна втрата культурних цінностей.

Блискавкозахист необхідний у тому випадку, якщо ризик $R(R_1-R_3)$ перебільшує допустимий рівень R_T :

$$R > R_T.$$

Для оцінки ризику розглядають наступне:

- саму будівлю;
- устаткування в будівлі;
- обладнання, що знаходиться в будівлі;
- присутність людей, що знаходяться в будівлі або в зоні на відстані 3 м від будівлі;
- навколишнє середовище, на яке впливає пошкодження будівлі.

Значення допустимого ризику повинен визначати правомочний компетентний орган. Характерні значення допустимого ризику R_T , у випадках, коли удари блискавки стають причиною загибелі людей або нанесення шкоди громадським або культурним цінностям, наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.26 – Типові значення допустимого ризику R_T

Типи шкоди	R_T
Загибель людей	10^{-5}
Порушення комунального обслуговування	10^{-3}
Втрата культурних цінностей	10^{-3}

Усі ці питання вирішуються на першому етапі проектних робіт відповідною організацією з подальшим погодженням з Держпраці.

Будинки і споруди (або їх частини), в залежності від призначення, інтенсивності грозової діяльності в районі їх знаходження, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки та її вторинних дій.

Проект блискавкозахисту повинен містити проект зовнішньої та внутрішньої системи блискавкозахисту (СБЗ або LPS – lightning protection

system).

Призначенням зовнішньої LPS є:

- перехопити спалах блискавки у будівлю (споруду) (з допомогою системи перехоплення);
- відвести безпечним чином струм блискавки до землі (з допомогою системи доземних провідників);
- розсіяти його у землі (з допомогою системи земляного закінчення).

Функція внутрішньої LPS полягає у запобіганні небезпечному іскрінню всередині будівлі (споруди), з використанням еквіпотенційного сполучення або роздільної відстані (а, отже, електричне ізолювання) між елементами LPS та іншими струмопровідними елементами всередині будівлі (споруди).

Проект LPS складається з наступних етапів (рис. Е.1 ДСТУ EN 62305-3):

- 1) характеристика захищеної будівлі (споруди);
- 2) оцінювання ризиків та визначення необхідного рівня блискавкозахисту (РБЗ або LPL – lightning protection level);
- 3) вибір типу зовнішньої LPS;
- 4) визначення розмірів компонентів зовнішньої LPS (місце встановлення та висота перехоплювача блискавки, система доземних провідників, система земляного закінчення);
- 5) проектування внутрішньої LPS (визначення меж зон захисту від вторинних дій блискавки, порядок екранування на межах зон захисту від вторинних дій блискавки);
- б) виконання необхідних креслень.

Для визначення класу LPS слід проводити оцінку ризику відповідно ДСТУ EN 62305-2. Досвід проведення вказаної оцінки показує, що для об'єктів з ризиком вибуху необхідна, як правило, LPS II-го класу, а для пожежонебезпечних об'єктів – LPS або II-го або III-го класу. Тому для усіх об'єктів КП доцільно застосовувати LPS не нижче II-го класу.

Відповідно до таблиці 1 ДСТУ EN 62305-3 LPS II класу відповідає II-й LPL.

Проект зовнішньої LPS. Відповідно п. 5.1.2 ДСТУ EN 62305-3 у більшості випадків зовнішня LPS може бути приєднана до захищеної будівлі. Ізольовану зовнішню LPS належить розглядати, якщо термічні та вибухові ефекти у точці ураження або на провідниках, що несуть струм блискавки, можуть становити небезпеку для будівлі (споруди) або для її вмісту. Типовими прикладами є будівлі (споруди) з займистою покрівлею, будівлі (споруди) з займистими стінами та зонами з ризиком вибуху і пожежі.

Відповідно п. 5.2.2 та додатку D ДСТУ EN 62305-3 компоненти перехоплювачів, встановлені на будівлі (споруді), має бути розміщено на кутах, виступаючих точках (особливо на найвищих рівнях всяких фасадів) у відповідності з одним або кількома з таких методів.

- метод захисного кута (protection angle design method),
- метод сфери, що котиться (rolling sphere design method).

Метод сфери, що котиться вважається найбільш точним методом. Метод сфери, що котиться може бути застосований при проектуванні системи

блискавкозахисту для будівель та споруд будь-якої складної форми. Застосовуючи цей метод, розміщення системи перехоплення вважається відповідним, якщо жодна точка будівлі (споруди), яка захищається, не торкається сфери радіусом r , залежно від класу LPS, яка котиться навколо та верхівкою будівлі (споруди) в усіх можливих напрямках. Таким чином, сфера торкається лише системи перехоплювачів.

Вигляд об'єму, що захищається, приводиться у Додатку А до ДСТУ EN 62305-3.

На рис. 3.15 приведений переріз у вертикальній площині об'єму, який захищається вертикальним стрижневим перехоплювачем, що розраховано методом сфери, яка котиться.

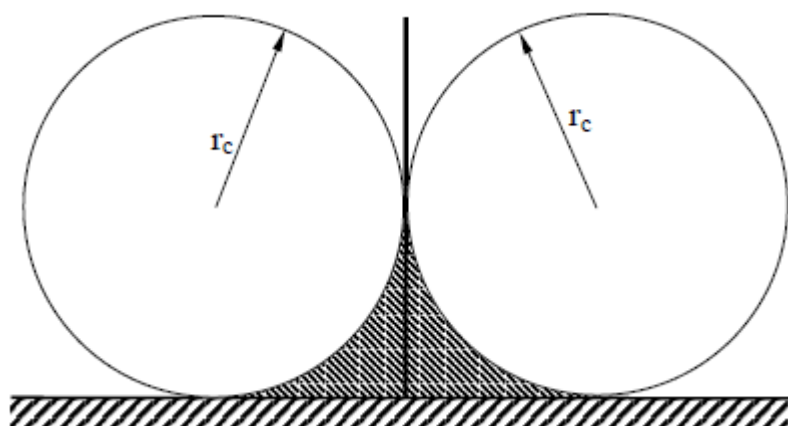


Рисунок 3.15 – Переріз у вертикальній площині об'єму, який захищається вертикальним стрижневим перехоплювачем (розраховано за методом сфери, що котиться)

Радіус сфери, що котиться визначається класом LPS. Відповідно таблиці 2 ДСТУ EN 62305-3 для LPS II класу радіус сфери, що котиться, дорівнює $r_c = 30$ м.

Метод захисного кута підходить до об'єктів простої форми. Розміщення системи перехоплення вважається відповідним, якщо будівля (споруда), що захищається, повністю знаходиться у межах захищеного об'єму, який забезпечується системою перехоплення.

Об'єм, що захищається вертикальними стрижнями, приймається таким, що має форму прямого кругового конуса, вершина якого розташована на осі блискавкоприймача, з половинним кутом при вершині α , залежно від класу LPS, та на висоті системи перехоплення. Приклади захищеного об'єму наведені на рис. 3.16 та 3.17.

Об'єм, що захищається дротом, визначається компонуванням об'єму, який захищається віртуальними вертикальними стрижнями з вершинами на дроті. На рис. 3.18 приведено об'єм, що захищається дротовою системою перехоплення, що розрахована методом захисного кута.

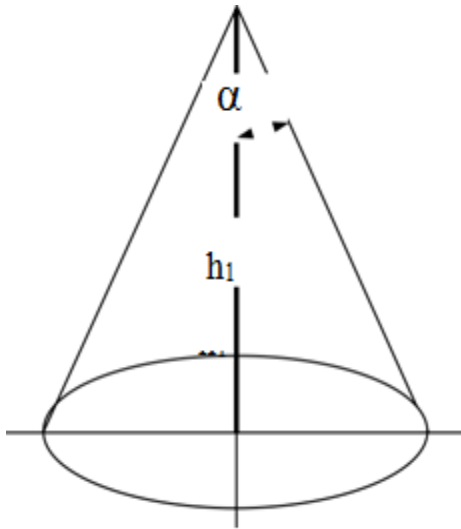


Рисунок 3.16 – Об'єм, що захищається вертикальним стрижневим перехоплювачем (розрахований методом захисного кута)

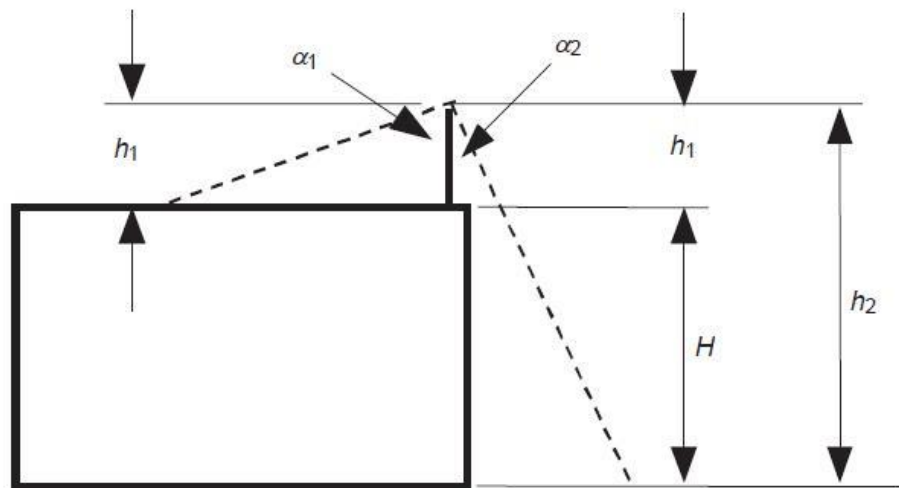


Рисунок 3.17 – Об'єм, що захищається вертикальним стрижневим перехоплювачем (розрахований методом захисного кута)

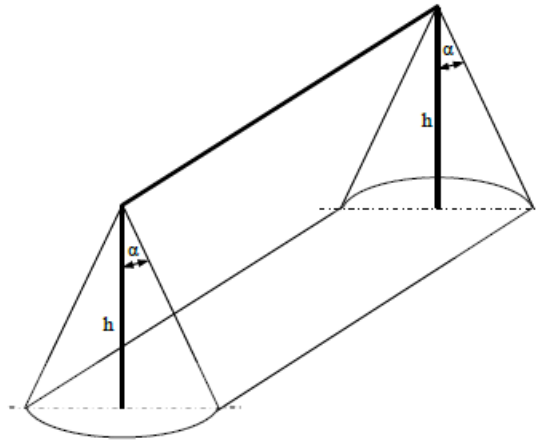


Рисунок 3.18 – Об’єм, що захищається дротовою системою перехоплення (розрахований методом захисного кута)

Відповідно рисунку 1 ДСТУ EN 62305-3 захисний кут α залежить від висоти перехоплювача блискавки h . На рис. 3.19 приведено залежність величини захисного кута α від висоти перехоплювача блискавки h для LPS II класу.

За рекомендаціями п. D.3.3 ДСТУ EN 62305-3 для усіх систем блискавкозахисту вибухонебезпечних споруд слід використовувати систему земляного закінчення (заземлення) В-типу. Цей тип включає зовнішній кільцевий провідник стосовно споруди, що захищається, який контактує з ґрунтом принаймні на 80% його загальної довжини, або фундаментний заземлювальний електрод, який утворює замкнене коло. Такі заземлювальні електроди можуть також бути поєднані у сітку.

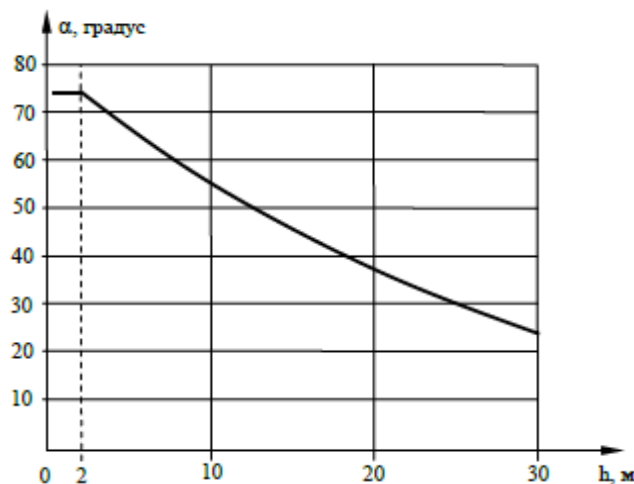


Рисунок 3.19 – Визначення величини захисного кута для LPS II класу

Опір землі системи земляного закінчення будівель (споруд), які містять вибухові суміші, має бути якнайменшим з можливих та не перевищувати 10 Ом.

Проект внутрішньої LPS. Система блискавкозахисту будинку також повинна включати внутрішню систему захисту від блискавки – частина LPS, що складається з системи еквіпотенційних сполучень захисту від блискавки та/або електричної ізоляції зовнішньої LPS (ДСТУ EN 62305-4).

Виділяється зони захисту від вторинних дій блискавки (LPZ – lightning protection zone): LPZ 0_A, LPZ 0_B, LPZ 1, LPZ 2 ... (рис. 3.20).

Для об'єктів КП достатньо обмежитися зонами захисту від вторинних дій блискавки: LPZ 0_A, LPZ 0_B, LPZ 1.

На межах зон повинні здійснюватися заходи щодо екранування і з'єднання всіх металевих елементів і комунікацій, що перетинають межу.

Металева конструкція будівельної споруди використовується або може бути використана як екран. Подібна екранна структура утворюється сталеву арматурою даху, стін, підлоги будівлі, а також металевими деталями даху, фасадів, сталевими каркасами, решітками. Ця екрануюча структура утворює електромагнітний екран з отворами (за рахунок вікон, дверей, вентиляційних отворів, чарунок сітки в арматурі, щілин в металевому фасаді, отворів для ліній електропостачання тощо). Для зменшення впливу електромагнітних полів усі провідні частини об'єкта електрично об'єднуються і з'єднуються з системою блискавкозахисту.

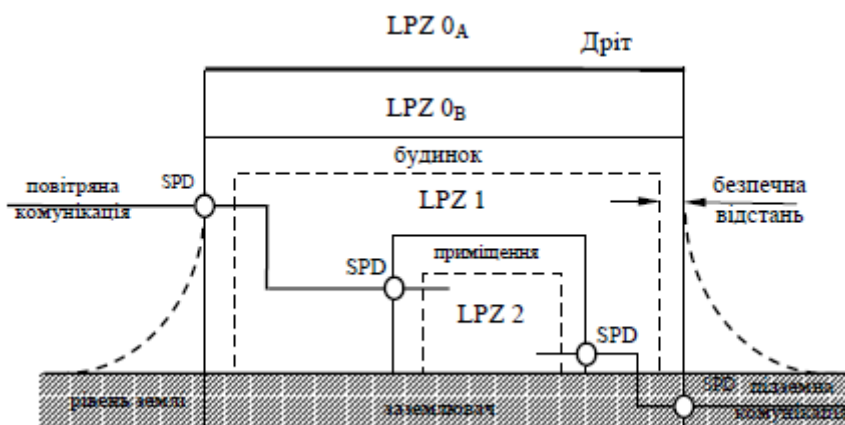


Рисунок 3.20 – Зони захисту від вторинних дій блискавки при застосуванні для захисту від прямих влучень блискавки дротової системи перехоплення

При перетинанні меж зон електричними комунікаціями на межах зон встановлюються пристрої захисту від імпульсних перенапруг (SPD – surge protective device).

Проект блискавко захисту

Розрахувати систему блискавкозахисту шліфувальної ділянки меблевої фабрики розміри приміщення – 18×12×4 м.

Система блискавкозахисту (LPS – lightning protection system) будинку включає зовнішній та внутрішній блискавкозахист.

Розрахуємо зовнішню LPS.

Шліфувальна ділянка меблевої фабрики є об'єктом з ризиком вибуху (утворюється вибухонебезпечна зона класу 22). Тому застосовуємо LPS II-го класу.

Відповідно до таблиці 1 ДСТУ EN 62305-3 LPS II класу відповідає II-й рівень блискавкозахисту (LPL – lightning protection level).

Відповідно п. 5.2.2 та додатку D ДСТУ EN 62305-3 компоненти перехоплювачів, встановлені на будівлі (споруді), мають бути розміщені на кутах, виступаючих точках (особливо на найвищих рівнях всяких фасадів) – стрижньові перехоплювачі встановлюємо на даху будівлі у кутах.

Розрахунок зовнішньої LPS здійснюємо методом захисного кута (protection angle design method). Об'єм, що захищається одним вертикальним стрижнем має форму прямого кругового конуса, вершина якого розташована на осі перехоплювача, з половинним кутом при вершині α .

Відповідно до таблиці 2 ДСТУ EN 62305-3 для LPS II-го класу захисний кут α залежить від висоти перехоплювача блискавки h та визначається з графічної залежності з рисунку 1 ДСТУ EN 62305-3.

Приймаємо висоту перехоплювача блискавки від землі: $h_2 = 11$ м . Відповідно висота перехоплювача блискавки над дахом: $h_1 = h_2 - H = 11 - 4 = 7$ м.

В цьому випадку величини захисних кутів дорівнюють $\alpha_1 \approx 61^\circ$, $\alpha_2 \approx 53^\circ$.

З геометричних міркувань об'єм, що захищається для одного стрижня має форму прямого кругового конуса з наступними розмірами:

- висота конусу над дахом – $h_1 = 7$ м , - висота конусу від землі – $h_2 = 11$ м

- радіус конусу на рівні землі – $r_2 = h_2 \cdot \operatorname{tg}\alpha_2 = 11 \cdot \operatorname{tg}53^\circ \approx 14,6$ м ,

- радіус горизонтального перерізу на висоті будинку $H = 4$ м над будинком $r_1 = h_1 \cdot \operatorname{tg}\alpha_1 = 7 \cdot \operatorname{tg}61^\circ \approx 12,6$ м , над землею $r_3 = h_1 \cdot \operatorname{tg}\alpha_2 = 7 \cdot \operatorname{tg}53^\circ \approx 9,3$ м .

Також з геометричних міркувань (теорема Піфагора) на висоті $H = 4$ м конус захисту повинний мати радіус (половина довжини діагоналі даху будинку):

$$r_{\min} = \sqrt{\left(\frac{A}{2}\right)^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{18}{2}\right)^2 + \left(\frac{12}{4}\right)^2} = \sqrt{9^2 + 6^2} = \sqrt{117} = 10,8 \text{ м} < 12,6 \text{ м},$$

де A – довжина будинку, B – ширина будинку, H – висота будинку.

Тобто, будинок повністю захищається запропонованим перехоплювачем блискавки.

Відповідно п. 5.2.1 ДСТУ EN 62305-3 окремі стрижні перехоплювачів блискавки мають бути з'єднані між собою на рівні покрівлі для забезпечення розподілу струму.

Для елементів зовнішньої LPS обираємо оцинковану сталеву трубу (таблиця 6 ДСТУ EN 62305-3):

- перехоплювач блискавки – переріз не менше 50 мм^2 ;

- доземні провідники – переріз не менше 50 мм^2 .

За рекомендаціями п. D.3.3 ДСТУ EN 62305-3 для усіх систем блискавкозахисту вибухонебезпечних споруд слід використовувати систему земляного закінчення (заземлення) В-типу. Цей тип включає зовнішній кільцевий провідник стосовно споруди, що захищається, який контактує з ґрунтом принаймні на 80% його загальної довжини, або фундаментний заземлювальний електрод, який утворює замкнене коло. Такі заземлювальні електроди можуть також бути поєднані у сітку.

Згідно до таблиці 6 ДСТУ EN 62305-3 для зовнішнього кільцевого провідника обираємо оцинковане сталеве коло діаметром не менше 14 мм.

Від перехоплювача блискавки до системи земляного закінчення прокладаємо доземні провідники найкоротшим шляхом через місця, малоїмовірні для знаходження людей.

Опір землі системи земляного закінчення будівель (споруд), які містять вибухові суміші, має бути якнайменшим з можливих та не перевищувати 10 Ом.

Розрахуємо внутрішню LPS – систему еквіпотенційних сполучень захисту від блискавки та/або електричної ізоляції зовнішньої LPS (ДСТУ EN 62305-4)

Спочатку виділяємо зони захисту від вторинних дій блискавки (LPZ – lightning protection zone): LPZ 0_A, LPZ 0_B, LPZ 1 (рис. 3.21).

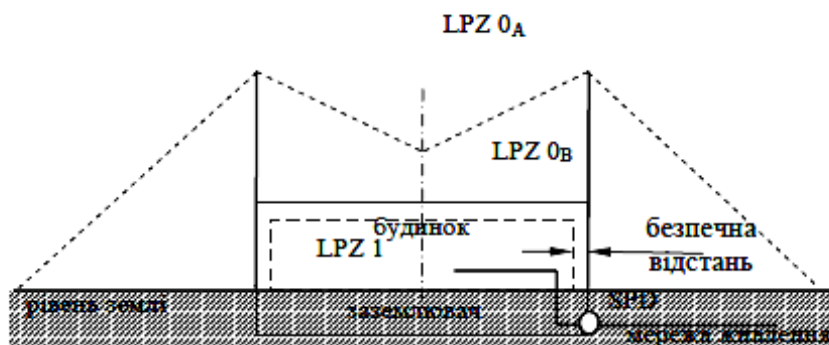


Рисунок 3.21 – Зони захисту від вторинних дій блискавки при застосуванні для захисту від прямих влучень блискавки розрахованої системи перехоплення

На межах зон здійснюються заходи щодо екранування і з'єднання всіх металевих елементів і комунікацій, що перетинають межу. При перетинанні меж зон електричними комунікаціями на межах зон встановлюються пристрої захисту від імпульсних перенапруг (SPD – surge protective device).

Екранування є основним способом зменшення електромагнітних перешкод. Металева конструкція будівельної споруди використовується або може бути використана як екран. Подібна екранна структура утворюється сталевією арматурою даху, стін, підлоги будівлі, а також металевими деталями даху, фасадів, сталевими каркасами, решітками. Ця екрануюча структура утворює електромагнітний екран з отворами (за рахунок вікон, дверей, вентиляційних отворів, чарунок сітки в арматурі, щілин в металевому фасаді, отворів для ліній електропостачання тощо). Для зменшення впливу електромагнітних полів всі провідні частини об'єкта електрично об'єднуються і

з'єднуються з LPS об'єкту.

Практичне завдання.

Розрахувати систему блискавко захисту. Вихідні дані приведені в табл.

3.27

Таблиця 3.27 – Вихідні дані до розрахунку системи блискавкозахисту

№ варіанту	Приміщення	Розміри приміщення, м		
		довжина L	ширина B	висота H
1	Склад пиломатеріалів	60	20	10
2	Адміністративна будівля	80	20	15
3	Цех машинобудівного заводу	120	30	10
4	Житлова будівля	30	10	30
5	Склад канцелярських товарів	80	40	6
6	Медичний пункт	60	30	4
7	Деревообробний цех	120	72	15
8	Архів	30	10	15
9	Склад горюче-мастильних матеріалів	80	20	4
10	Склад металопрокату	100	36	15
11	Котельня	20	10	5
12	Малярний цех	120	40	10
13	Автомобільне господарство	120	60	5
14	Металопрокатний цех	160	40	15
15	Борошномельний цех	70	40	15
16	Ресторан	50	50	9
17	Супермаркет	80	80	10
18	Друкарня	60	30	15
19	Музей	80	40	15
20	Механічно-збиральний цех	160	40	10

4 ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ НА ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТАХ

Показники вибухопожежонебезпечних властивостей матеріалів і речовин

Важливе значення для визначення рівня пожежної безпеки і вибору засобів та заходів профілактики і гасіння пожежі мають пожежовибухонебезпечні властивості речовин і матеріалів.

Пожежовибухонебезпека речовин та матеріалів – це сукупність властивостей, які характеризують їх схильність до виникнення й поширення горіння, особливості горіння і здатність піддаватись гасінню загорянь. За цими показниками виділяють три групи горючості матеріалів і речовин: негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі (неспалимі) – речовини та матеріали, що нездатні до горіння чи обвуглювання у повітрі під впливом вогню або високої температури. Це матеріали мінерального походження та виготовлені на їх основі матеріали – червона цегла, силікатна цегла, бетон, камінь, азбест, мінеральна вата, азбестовий цемент та інші матеріали, а також більшість металів. При цьому негорючі речовини можуть бути пожежонебезпечними, наприклад, речовини, що виділяють горючі продукти при взаємодії з водою.

Важкогорючі (важко спалимі) – речовини та матеріали, що здатні спалахувати, тліти чи обвуглюватись у повітрі від джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти чи обвуглюватись після його видалення (матеріали, що містять спалимі та неспалимі компоненти, наприклад, деревина при глибокому просочуванні антипіренами, фіброліт тощо);

Горючі (спалимі) – речовини та матеріали, що здатні самозайматися, а також спалахувати, тліти чи обвуглюватися від джерела запалювання та самостійно горіти після його видалення.

У свою чергу, у групі горючих речовин та матеріалів виділяють легкозаймисті речовини та матеріали – це речовини та матеріали, що здатні займатися від короткочасної (до 30 с) дії джерела запалювання низької енергії.

З точки зору пожежної безпеки вирішальне значення мають показники пожежовибухонебезпечних властивостей горючих речовин і матеріалів. ДСТУ 8828:2019 передбачає більше 20 таких показників. Необхідний і достатній для оцінки пожежовибухо небезпеки конкретного об'єкта перелік цих показників залежить від агрегатного стану речовини, виду горіння (гомогенне чи гетерогенне) і визначається фахівцями.

Основні показники пожежонебезпечних властивостей речовин різного агрегатного стану, які використовуються при визначенні категорій вибухонебезпечності приміщень та вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон в приміщеннях і поза ними:

t_{cn} – *температура спалаху* – це найменша температура речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюється пара або газу, що здатні спалахувати від джерела запалювання, але швидкість їх утворення ще

не достатня для стійко горіння, тобто має місце тільки *спалах* - швидке згоряння горючої суміші, що не супроводжується утворенням стиснутих газів;

$t_{займ}$ – *температура займання* – це найменша температура речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючу пару або гази з такою швидкістю, що після їх запалювання від зовнішнього джерела спостерігається спалахування початок стійкого полум'яного горіння. Температура спалаху та займання ЛЗР відрізняється на 1-5°C, і чим менша температура спалаху рідини, тим меншою є ця різниця, і відповідно, більш пожежонебезпечною є ця рідина.

$t_{сазм}$ – *температура самозаймання* – це найменша температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних об'ємних реакцій, що призводить до виникнення полум'яного горіння або вибуху за відсутності зовнішнього джерела полум'я. Температура самозаймання речовини залежить від ряду факторів і змінюється у широких межах. Найбільш значною є залежність температури самозаймання від об'єму та геометричної форми горючої суміші. Із збільшенням об'єму горючої суміші при незмінній її формі температура самозаймання зменшується, тому що зменшується площа тепловіддачі на одиницю об'єму речовини та створюються більш сприятливі умови для накопичення тепла у горючій суміші. При зменшенні об'єму горючої суміші температура її самозаймання підвищується.

Для кожної горючої суміші існує критичний об'єм, у якому самозаймання не відбувається внаслідок того, що площа тепловіддачі, яка припадає на одиницю об'єму горючої сумішей, настільки велика, що швидкість теплоутворення за рахунок реакції окислення навіть при дуже високих температурах не може перевищити швидкості тепловіддачі. Ця властивість горючих сумішей використовується при створенні перешкод для розповсюдження полум'я. Значення температури самозаймання використовується для вибору типу вибухозахищеного електроустаткування, при розробці заходів щодо забезпечення пожежовибухобезпеки технологічних процесів, а також при розробці стандартів або технічних умов на речовини та матеріали.

Температура самозаймання горючої суміші значно перевищує $t_{сн}$ і $t_{займ}$ на сотні градусів.

Деякі речовини за певних умов мають здатність до самозаймання – без нагріву їх зовнішнім джерелом до $t_{сазм}$. Виділяють три види самозаймання:

- теплове;
- хімічне;
- мікробіологічне.

Суть теплового самозаймання полягає у тому, що схильні до такого самозаймання речовини при їх нагріві до порівняно незначних температур (60...80 °C), за рахунок інтенсифікації процесів окислення і недостатнього тепловідводу, саморозігріваються, що, в свою чергу, призводить до підвищення інтенсивності окислення і, в кінцевому результаті, до самозагоряння.

До хімічного самозаймання схильні речовини, до складу яких входять

неорганічні (ненасичені) вуглеводні, які включають тільки вуглець і водень, при наявності подвійних і потрійних зв'язків між атомами вуглецю.

Для таких вуглеводнів характерним є приєднання по лінії цих зв'язків окислювачів, у тому числі і галогенів, що супроводжується підвищенням температури речовини і інтенсивності її подальшого окислення. За певних умов цей процес може завершуватись самозайманням. Хімічному самозайманню сприяє наявність у речовині з'єднань сірки.

Вугільний пил, з підвищеним вмістом з'єднань сірки, і тканини, просочені нафтопродуктами, до складу яких входять з'єднання сірки, особливо небезпечні для самозаймання.

До *мікробіологічного самозаймання* схильні продукти рослинного походження – трава, подрібнена деревина, зерно тощо. За певних умов вологості і температури в рослинних продуктах виникає павутинний глет – специфічний ниткопавутиноподібний білий грибок. Його життєдіяльність пов'язана із підвищенням температури. При температурі 80...90°C павутинний глет перетворюється в тонкопористий, схильний до подальшого самоокислення з підвищенням температури самозаймання.

Необхідною умовою для розглянутих видів самозагоряння є наявність схильних до самозаймання речовин, окислювача і недостатній відвід супутнього процесам окислення тепла в навколишнє середовище.

Категорії приміщень за вибухопожежнонебезпеною

Класифікація об'єктів за вибухопожежною та пожежною безпеною здійснюється з урахуванням допустимого рівня їх пожежної безпеки, а розрахунки критеріїв і показників її оцінки, в тому числі ймовірності пожежі (вибуху), з урахуванням маси горючих і важкогорючих речовин та матеріалів, що знаходяться на об'єкті, вибухопожежнонебезпечних зон, які утворюються при нормальних режимах ведення технологічних процесів і в аварійних ситуаціях, та можливої шкоди для людей та збитків матеріальних цінностей.

Основою для встановлення нормативних вимог щодо конструктивних та планувальних рішень на промислових об'єктах, а також інших питань забезпечення їхньої вибухопожежобезпеки є визначення категорій приміщень та будівель виробничого, складського та невиробничого призначення за вибухопожежною та пожежною безпеною.

Категорія пожежної безпеки приміщення (будівлі, споруди) – це класифікаційна характеристика пожежної безпеки об'єкта, що визначається кількістю і пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в них з урахуванням особливостей технологічних процесів, розміщених в них виробництв.

Відповідно до ДСТУ БВ 1.1-36:2106, приміщення за вибухопожежною та пожежною безпеною поділяють на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д). Якісним критерієм вибухопожежної безпеки приміщень (будівель) є наявність в них речовин з певними показниками вибухопожежної безпеки. Кількісним критерієм визначення категорії є надмірний тиск (P), який може розвинути

при вибуховому загорянні максимально можливого скупчення (навантаження) вибухонебезпечних речовин у приміщенні.

Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон визначається НПАОП 0.00-1.32.01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (ПБЕ).

Класифікація вибухонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень і зон

Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон визначається НПАОП 0.00-1.32.01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (ПБЕ).

Характеристика пожежо- та вибухонебезпеки може бути загальною для усього приміщення або різною в окремих його частинах. Це також стосується надвірних установок і ділянок територій.

Приміщення, або їх окремі зони, поділяються на пожежонебезпечні та вибухонебезпечні. Залежно від класу зони здійснюється вибір виконання електроустановок таким чином, щоб під час їх експлуатації виключити можливість виникнення вибуху або пожежі від теплового прояву електроструму.

Пожежонебезпечна зона – це простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини, як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації. Ці зони в разі використання у них електроустаткування поділяються на чотири класи:

- *Пожежонебезпечна зона класу П-I* – простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, що має температуру спалаху, більшу за +61 °С.

- *Пожежонебезпечна зона класу П-II* – простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею спалахування, більшою за 65 г/м.

- *Пожежонебезпечна зона класу П-IIIa* – простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

- *Пожежонебезпечна зона класу П-IIIb* – простір поза приміщенням, у якому знаходяться горючі рідини, пожежонебезпечний пил та волокна, або тверді горючі речовини і матеріали.

Вибухонебезпечна зона – це простір у приміщенні або за його межами, у якому є в наявності, чи здатні утворюватися вибухонебезпечні суміші.

Клас вибухонебезпечної зони, згідно з яким здійснюється вибір і розміщення електроустановок, у залежності від частоти і тривалості присутнього вибухонебезпечного середовища, визначається технологами разом з електриками проектної або експлуатаційної організації.

Клас вибухонебезпечних зон характерних виробництв та категорія і група вибухонебезпечної суміші повинні відображатися у нормах технологічного

проектування або у галузевих переліках виробництв з вибухопожежонебезпеки.

Газо-пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні – вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

- *Вибухонебезпечна зона класу 0* – простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого часу. Вибухонебезпечні зони класу 0 можуть мати місце переважно в межах корпусів технологічного обладнання і, у меншій мірі, в робочому просторі (вугільна, хімічна, нафтопереробна промисловість).

- *Вибухонебезпечна зона класу 1* – простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи (тут і далі нормальна робота – ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).

- *Вибухонебезпечна зона класу 2* – простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості), які не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.

Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газо-пароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

- *Вибухонебезпечна зона класу 20* – простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто у кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Зазвичай це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

- *Вибухонебезпечна зона класу 21* – простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари н кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

Ця зона може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечної пилоповітряної суміші.

- *Вибухонебезпечна зона класу 22* – простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто і існувати недовго, або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати і утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії.

Зони в приміщеннях або за їх межами, в яких тверді, рідкі та газоподібні горючі речовини спалюються як паливо, або утилізуються шляхом спалювання, не належать у частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон. До них також не належать зони до 5 м по горизонталі та вертикалі від апарата, у якому знаходяться горючі речовини, але технологічний процес ведеться із застосуванням відкритого вогню, розжарених

частин, або технологічні апарати мають поверхні, нагріті до температури самозаймання горючої пари, пилу або волокон. Залежно від класу зони наведеної класифікації, згідно з вимогами

ПУЕ і НПАОП 0.00-1.32-01, здійснюється вибір виконання електроустаткування, що є одним із головних напрямків у запобіганні пожежам від теплового прояву електричного струму. Правильний вибір типу виконання електрообладнання забезпечує виключення можливості виникнення пожежі чи вибуху за умови дотримання допустимих режимів його експлуатації.

Основні засоби і заходи забезпечення пожежної безпеки виробничого об'єкту

Відповідно до ДСТУ 8828:2019, вибухопожежна безпека об'єкта забезпечується системами:

- попередження вибухів і пожеж;
- протипожежного та противибухового захисту;
- організаційно-технічних заходів.

Система попередження вибухів і пожеж (блоки 5.1,5.2 рис. 4.1) має за мету не допустити виникнення вибухів і пожеж.

Вихідні положення системи попередження пожежі (вибухів):

- пожежа (вибух) можливі за наявності 3-х чинників: горючої речовини, окислювача і джерела запалювання;
- при відсутності будь-якого зі згаданих чинників, або обмеженні його визначального параметра безпечною величиною, пожежа неможлива.

Горюча речовина і окислювач за певних умов утворюють горюче (вибухонебезпечне) середовище. Тоді попередження пожеж (вибухів) буде зводитись до:

- попередження утворення горючого середовища;
- попередження виникнення у горючому середовищі або внесення в це середовище джерела запалювання.

Заходи і засоби попередження утворення горючого середовища в кожному конкретному випадку визначаються реальними умовами, що розглядаються, вибухопожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що використовуються у технологічному циклі.

Залежно від агрегатного стану та ступеня подрібненості речовин, горюче середовище може утворюватися твердими речовинами, легкозаймистими та горючими рідинами, горючим пилом та горючими газами за наявності окислювача.

Тверді горючі речовини, що зберігаються у приміщеннях та на складах, чи застосовуються у технологічному процесі, утворюють разом із повітрям стійке горюче середовище. При визначенні пожежної небезпеки такого середовища слід враховувати кількість матеріалів, інтенсивність та тривалість можливого горіння.

Легкозаймисті та горючі рідини можуть утворювати горюче середовище під час нагрівання чи зміни тиску, при зливанні чи наливанні, перекачуванні а

також під час перебування всередині апаратів, трубопроводів, сховищ. Тому причини утворення горючого середовища такого типу необхідно детально вивчати в кожному конкретному випадку з урахуванням особливостей відповідного етапу технологічного процесу.

Пожежна безпека будівель та споруд, а також здатність до поширення пожежі визначаються кількістю та властивостями матеріалів, що знаходяться в будівлі, а також пожежною небезпекою будівельних конструкцій, яка залежить від ступеня вогнестійкості та горючості матеріалів, з яких вони зроблені. Залежно від матеріалу виготовлення основні будівельні конструкції поділяють на кам'яні, залізобетонні, металеві, дерев'яні, а також такі, що вміщують полімерні матеріали.

Горючість та здатність чинити опір дії пожежі будівельними конструкціями характеризуються їх вогнестійкістю.

Вогнестійкість конструкції – це здатність конструкції зберігати несучі та (або) огорожувальні функції в умовах пожежі. Нормована характеристика вогнестійкості основних будівельних конструкцій називається *ступенем вогнестійкості*. Ступінь вогнестійкості будівель та споруд залежить від меж вогнестійкості будівельних конструкцій та меж поширення вогню по них.

Межа вогнестійкості конструкції – це показник вогнестійкості конструкції, який визначається часом від початку вогневого випробування за стандартного температурного режиму до втрати конструкцією несучої здатності, цілісності або теплоізолювальної здатності.

Межа поширення вогню по будівельних конструкціях – це розмір зони пошкодження зразка в площині конструкцій від межі нагрівання до найбільш віддаленої точки пошкодження.

За вогнестійкістю усі будівлі та споруди діляться на вісім ступенів: I, II, III, IIIа, IIIб, IV, IVа, V, характеристики яких наведені в ДБН В.1.1-7:2016. Цим документом також регламентуються мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальні межі поширення вогню по них.

Для запобігання розповсюдженню пожежі та продуктів горіння з приміщень або пожежного відсіку з осередком пожежі в інші приміщення, створюють протипожежні перешкоди.

Протипожежна перешкода – це будівельна конструкція, інженерна споруда чи технічний засіб, що має нормовану межу вогнестійкості і перешкоджає поширенню вогню.

Захист людей у разі пожежі є найважливішим завданням всієї системи протипожежного захисту. Вирішення цього завдання становить велику складність, оскільки має власну специфіку та здійснюється іншими шляхами, ніж захист будівельних конструкцій чи матеріальних цінностей.

Рятування являє собою вимушене переміщення людей назовні при впливові на них небезпечних факторів пожежі або при виникненні безпосередньої загрози цього впливу. Вимушений процес руху людей з метою рятування називається *евакуацією*. Евакуація людей із будівель та споруд здійснюється через евакуаційні виходи. Шляхом евакуації є безпечний для руху

людей шлях, який веде до евакуаційного виходу.

Евакуаційний вихід – це вихід з будинку (споруди) безпосередньо назовні або вихід із приміщення, що веде до коридору чи сходової клітки безпосередньо або через суміжне приміщення. Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть із приміщень:

- першого поверху безпосередньо назовні або через вестибюль, коридор, сходову клітку;

- будь-якого поверху, крім першого, у коридор, що веде на внутрішню сходову клітку або сходову клітку, що має вихід безпосередньо назовні або через вестибюль, відокремлений від прилеглих коридорів перегородками із дверима;

- у сусіднє приміщення на тому ж поверсі, яке забезпечене виходами.

Із приміщень, розташованих на другому та більш високих поверхах (висотою не більше 30 м) допускається передбачати евакуаційний (запасний) вихід на зовнішні сталеві сходи.

Кількість евакуаційних виходів із приміщень та з кожного поверху будівель потрібно приймати за ДБН В.1.1-7:2016, але не менше двох. Евакуаційні виходи повинні розташовуватись розосереджено.

Пожежна сигналізація

Для своєчасного здійснення заходів з евакуації людей, включення стаціонарних установок пожежогасіння, виклику пожежної охорони тощо, вибухопожежонебезпечні об'єкти обладнуються системами пожежної сигналізації, запуск яких може здійснюватись автоматично або вручну.

Система пожежної сигналізації повинна швидко виявляти місця виникнення пожежі, надійно передавати сигнал на приймально-контрольний прилад і до пункту прийому сигналів про пожежу, перетворювати сигнал про пожежу у сприйнятливу для персоналу захищеного об'єкта форму, вмикати існуючі стаціонарні системи пожежогасіння, забезпечувати самоконтроль функціонування.

До складу будь-якої системи пожежної сигналізації входять пожежні сповіщувачі, приймальний прилад та автономне джерело електроживлення.

Пожежний сповіщувач – це пристрій для формування сигналу про пожежу. В залежності від способу формування сигнали ПС бувають ручні та автоматичні.

Ручний сповіщувач являє собою технічний пристрій (кнопка, тумблер тощо), за допомогою якого особа, яка виявила пожежу, може подати повідомлення на приймальний прилад або пульт пожежної сигналізації. Ручні сповіщувачі встановлюються всередині приміщень на відстані 50 м, а поза межами приміщень – на відстані 150 м один від одного.

Автоматичний пожежний сповіщувач системи пожежної сигналізації встановлюється в зоні, яка охороняється, та автоматично подає сигнал тривоги при виникненні однієї або кількох ознак пожежі: підвищенні температури, появи диму або полум'я на приймальний прилад (пульт), появи значних

теплових випромінювань.

Сповіщувачі за видом контролюваного параметра поділяються на теплові, димові, полум'яні (світлові), комбіновані. За видом зони автоматичні сповіщувачі поділяються на точкові (найбільш чисельна група) та лінійні. Точкові сповіщувачі контролюють ситуацію в місці розташування сповіщувача і, таким чином, сигнали від них є адресними, з точним визначенням місця пожежі. Лінійні ПС реагують на виникнення фактора пожежі впродовж певної безперервної лінії, при цьому спрацювання будь-якого ПС у шлейфі не дає інформацію про конкретне місце пожежі.

За кількістю можливих спрацювань ПС поділяють на одноразові та багаторазові. Більшість ПС, що випускається, є багаторазовими. Одноразові ПС в наш час застосовуються у виключних випадках, наприклад, як запобіжники, що вимикають подачу живлення на певну установку у разі виникнення пожежі.

Приймально-контрольні прилади пожежної та охоронно-пожежної сигналізації – це складова частина засобів пожежної та охоронно-пожежної сигналізації, що призначена для прийому інформації від пожежних (охоронних) сповіщувачів, перетворення та оцінки цих сигналів, видачі повідомлень для безпосереднього сприймання людиною, подальшої передачі повідомлень на пульт централізованого спостереження (ПЦС), видачі команд на включення сповіщувачів і приладів керування системи пожежогасіння і димовидалення, забезпечення перемикачів на резервні джерела живлення у разі відмови основного джерела. Вибір типу окремих елементів, розробка алгоритмів і функцій системи пожежної сигналізації виконується з урахуванням пожежної небезпеки та архітектурно-планувальних особливостей об'єкта.

Засоби пожежогасіння

Основою пожежогасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці використовують декілька способів припинення горіння.

Спосіб охолодження ґрунтується на тому, що горіння речовини можливе тільки тоді, коли температура її верхнього шару вища за температуру його запалювання. Якщо з поверхні горючої речовини відвести тепло, тобто охолодити її нижче температури запалювання, горіння припиняється.

Спосіб розведення базується на здатності речовини горіти при вмісті кисню у атмосфері більше 14-16 об. %. Зі зменшенням кисню в повітрі нижче вказаної величини полум'яне горіння припиняється, а потім припиняється і тління внаслідок зменшення швидкості окислення. Зменшення концентрації кисню досягається введенням у повітря інертних газів та пари із зовні або розведенням кисню продуктами горіння (у ізольованих приміщеннях).

Спосіб ізоляції ґрунтується на припиненні надходження кисню повітря до речовини, що горить. Для цього застосовують різні ізолюючі вогнегасні речовини (хімічна піна, порошок та інше).

Спосіб хімічного гальмування реакцій горіння полягає у введенні в зону горіння галоїдно-похідних речовин (бромисті метил та етил, фреон та інше), які при попаданні у полум'я розпадаються і з'єднуються з активними центрами,

припиняючи екзотермічну реакцію, тобто виділення тепла. У результаті цього процес горіння припиняється.

Спосіб механічного гасіння полум'я сильним струменем води, порошку чи газу.

Спосіб вогнеперешкоди заснований на створенні умов, за яких полум'я не поширюється через вузькі канали, переріз яких менше критичного.

Вибір вогнегасної речовини залежить від характеру пожежі, властивостей і агрегатного стану речовин, що горять, параметрів пожежі (площі, інтенсивності, температури горіння тощо), виду пожежі (у закритому або відкритому повітрі), вогнегасної здатності щодо гасіння конкретних речовин та матеріалів, ефективності способу гасіння пожежі.

Оскільки вода є основною вогнегасною речовиною, необхідно приділити особливу увагу створенню та працездатності надійних систем водопостачання.

Відповідно до протипожежних норм, кожне промислове підприємство обладнують пожежним водопроводом. Він може бути об'єднаним з господарсько-питним або водопроводом, який використовують у виробничому процесі. Воду також можна подавати до місця пожежі з водоймищ річок або підвозити в автоцистернах.

Основними елементами устаткування водяного пожежогасіння на об'єктах є пожежні гідранти, пожежні крани, пожежні рукави, насоси та ін.

Пожежні гідранти використовують для відбору води із зовнішнього водопроводу. Біля місця їх розташування повинні бути встановлені покажчики з нанесеними на них: літерним індексом «ПГ», цифровими значеннями відстані в метрах від покажчика до гідранта, внутрішнього діаметра трубопроводу в міліметрах, зазначенням виду водопровідної мережі (тупикова чи кільцева).

Пожежний кран являє собою комплект пристроїв, який складається із клапана (вентиля), встановленого на пожежному трубопроводі і обладнаного пожежною з'єднувальною головкою, та пожежного рукава з ручним стволем. Пожежні крани повинні розміщуватись у вбудованих або навісних шафах, які мають отвори для провітрювання і пристосовані для опломбування та візуального огляду їх без розкривання. Пожежні рукави необхідно утримувати сухими, складеними в «гармошку» або скатку, приєднаними до кранів та стволів. Не рідше одного разу на 6 місяців їх треба розгортати та згортати заново. На дверцятах пожежних шафок повинні бути вказані після літерного індексу «ПШ» порядковий номер крана та номер телефону для виклику пожежної охорони.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів, застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати), пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо), їх застосовують для ліквідації невеликих загорянь до приведення в дію стаціонарних та пересувних засобів гасіння пожежі або до прибуття пожежної команди. Кожне приміщення, відділення, цех, транспортні

засоби повинні бути забезпечені такими засобами у відповідності з нормами. Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники. Залежно від вогнегасних речовин, що використовуються, вогнегасники ділять на водяні, водо-пінні, водо-пінні аерозольні, газові, у тому числі вуглекислотні та – вогнегасник порошкові.

Водяні та пінні вогнегасники застосовують для гасіння твердих та рідких горючих матеріалів, за виключенням речовин, які здатні горіти та вибухати при взаємодії з піною або водою. Також ними не можна гасити електрообладнання, що знаходиться під напругою.

За способом утворення піни пінні вогнегасники поділяються на хімічні та повітряно-механічні.

У повітряно-пінних вогнегасниках піна утворюється завдяки механічному перемішуванню розчину піноутворювача стиснутим повітрям, яке міститься у спеціальному балончику. Вони випускаються двох типів: ВВП-5 та ВВП-10. Кратність піни цих вогнегасників – 55, дальність викиду піни – 4,5 м.

Вуглекислотні вогнегасники випускають трьох типів: ВВ-2, ВВ-5 та ВВ-8 (цифри показують місткість балону у літрах), їх застосовують для гасіння рідких та твердих речовин (крім тих, що можуть горіти без доступу повітря), а також електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В.

Вуглекислота у вогнегаснику знаходиться у рідкому стані під тиском 6-7 МПа. При відкритті вентиля балона вогнегасника за рахунок швидкого адіабатичного розширення вуглекислий газ миттєво перетворюється у снігоподібну масу, у вигляді якої він і викидається з конусного дифузору вогнегасника. Час дії вогнегасників цього типу 25-40 с, довжина струменя 1,5-3 м.

Порошкові вогнегасники призначені для гасіння твердих, рідких та газоподібних горючих речовин та електроустановок під напругою до 1000 В. Вид матеріалів та речовин, горіння яких можна гасити, залежить від типу порошку. Промисловість випускає порошкові вогнегасники марок ПС-1, ПС-2, ОП-9, ОП-10, ОПУ-5 та ін.

Вибір типу і розрахунок необхідної кількості вогнегасників проводиться на підставі рекомендацій, наведених в таблицях (див. Правила експлуатації та норми належності вогнегасників) в залежності від їх вогнегасної здатності, граничної площі, класу пожежі у приміщенні чи об'єкта, що потребує захисту.

Дії персоналу при виникненні пожежі

У випадку виникнення пожежі працівник або службовець, що виявив пожежу або загоряння, зобов'язаний:

- негайно повідомити про це в об'єктову або міську пожежну охорону;
- приступити до гасіння вогнища пожежі наявними в цеху, на складі або робочому місці засобами пожежогасіння;
- викликати до місця пожежі начальника цеху, зміни, ділянки або іншого посадовця.

На підприємствах є найрізноманітніші засоби зв'язку і сигналізації, за допомогою яких може бути передане повідомлення про пожежу і викликана пожежна допомога. По-перше, це телефонний об'єктовий зв'язок, по-друге, телефони і кнопки – сповіщувачі двостороннього зв'язку з пожежною охороною підприємства.

Виявивши займання або пожежу, необхідно набрати номер телефону пожежної охорони підприємства, спокійним голосом стисло повідомити про це, назвати координати місця події, своє прізвище і посаду. Якщо ніяких розпоряджень не поступить, слід покласти телефонну трубку на місце і приступити до дій, встановлених виробничою інструкцією. Використовуючи телефон прямого зв'язку, немає необхідності набирати номер, оскільки в приміщенні, де розміщується пожежна охорона, пролунає сигнал тривоги.

Для того, щоб скористатися кнопкою – сповіщувачем, необхідно спочатку розбити скло, що оберігає її від випадкових дій, натиснути на неї і повідомити відомості в мікрофон.

Часто перед лицем небезпеки, у збудженому стані, той хто помітив пожежу, не може в короткій формі, розумно повідомити про це. Щоб цього не відбулося, персонал під час різних інструктажів і пожежно-технічних мінімумів повинен ознайомитися з місцями знаходження цих засобів і правилами роботи з ними. Члени ДПД постійно працюють з цими засобами під час пожежно-технічних навчань і змагань.

При займанні технологічного устаткування до початку гасіння його необхідно відключити від електроживлення. Якщо пожежа почалася від спалаху ЛЗР у витяжній шафі, необхідно терміново вимкнути вентиляцію. Далі слід виконувати вказівки начальника цеху, ділянки або майстра.

При виникненні пожежі дії адміністрації і персоналу підприємств, цехів або ділянок в першу чергу повинні бути направлені на забезпечення безпеки та евакуації людей. До прибуття пожежної допомоги начальник цеху повинен:

- перевірити, чи викликана пожежна допомога;
- очолити керівництво гасінням пожежі;
- видалити з небезпечної зони персонал, не пов'язаний з гасінням пожежі;
- припинити основну роботу.

Після прибуття пожежної допомоги (наприклад, ДПД) керівництво по гасінню пожежі приймає на себе начальник бойового розрахунку.

Якщо не можна покинути приміщення, де почалася пожежа:

- не слід намагатися пройти через задимлений коридор або сходи, стрибати з вікон починаючи з четвертого поверху, спускатися по водостічних трубах;

- до прибуття пожежників необхідно прийняти заходи для врятування життя. Якщо виходи на сходову клітку і сходові марші не дуже заповнені димом, слід закрити двері, вийти із зони пожежі і чекати пожежників;

- якщо густий дим заповнив всі виходи, сходові клітки і марші, потрібно залишитися в приміщенні, закрити вхідні двері, ущільнити її мокрою

тканиною, підійти до вікна, а якщо є балкон, вийти на нього, закрити за собою двері і покликати на допомогу.

Двері є серйозною перешкодою не тільки для диму, але і для вогню. Дубові двері завтовшки 3 см можуть стримати розповсюдження вогню протягом 30 хв., якщо ж її постійно обливати водою, цей час можна збільшити.

Якщо вогонь охопив людину, потрібно перешкодити їй бігти, оскільки при цьому полум'я тільки посилиться, примусити її лягти на підлогу, а потім швидко укрити щільною ковдрою або пальтом, перш за все захистивши від вогню голову. До прибуття кваліфікованої медичної допомоги не слід вживати ніяких заходів; не торкатися до потерпілого; не проколювати міхурів; не накладати пов'язок; не застосовувати мазей. Потерпілий повинен знаходитися в лежачому стані.

Якщо людина постраждала тільки від чаду, його потрібно винести на свіже повітря, звільнити від одягу, що заважає диханню. До прибуття медичної допомоги йому потрібно проводити штучне дихання і розтирати тіло.

Забезпечення та контроль стану пожежної безпеки на виробничих об'єктах

Система організаційно-технічних заходів (блоки 7.1 – 7.3, рис. 4.1) є невід'ємною складовою частиною загальної системи забезпечення пожежної безпеки об'єкту.

Складність та різноманітність завдань, пов'язаних з організацією забезпечення пожежної безпеки, викликають необхідність безпосередньої участі в цьому процесі всіх державних, господарських, комерційних та громадських організацій, окремих громадян. Залежно від призначення та функцій відповідні організації наділяються певними повноваженнями, а власники підприємств, орендарі та громадяни – обов'язками, розподіл яких встановлено Кодексом цивільного захисту.

Проблеми пожежної безпеки на державному рівні належать до компетенції Кабінету Міністрів України (КМУ) і уповноваженого КМУ центрального органу виконавчої влади, яким з 2015 р. є Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС). До складу цього органу входить Департамент запобігання надзвичайним ситуаціям (ДЗНС).

Координація і вдосконалення роботи із забезпечення пожежної безпеки та контролю за проведенням і виконанням протипожежних заходів здійснюється ДЗНС. Діяльність ДЗНС регламентується Кодексом цивільного захисту.

Цим документом визначено основні завдання ДЗНС, до яких належать: вдосконалення та координація пожежно-профілактичної роботи, організація розробки комплексних заходів щодо поліпшення пожежної безпеки, контроль за їх виконанням, координація проведення науково-технічної політики з питань пожежної безпеки, здійснення методичного керівництва і контролю за діяльністю підвідомчих об'єктів у галузі пожежної безпеки та підрозділів відомчої пожежної охорони, облік пожеж та їх наслідків на підвідомчих об'єктах.

Для виконання перелічених завдань співробітники СПБ наділені відповідними повноваженнями. Зокрема, вони мають право: перевіряти стан пожежної безпеки на підпорядкованих об'єктах та, у разі потреби, видавати їх керівникам обов'язкові для виконання приписи, вимагати від посадових осіб усунення від роботи працівників, які порушують вимоги правил пожежної безпеки або не пройшли відповідного навчання, припиняти чи забороняти експлуатацію окремих приміщень, діляниць, обладнання, агрегатів у разі порушення правил пожежної безпеки і створення безпосередньої загрози виникнення пожежі або перешкоджань її гасінню та евакуації людей тощо.



Рисунок 4.1 – Блок-схема забезпечення пожежної безпеки об'єкта

Одночасно працівники СПБ несуть персональну відповідальність за невідповідність ухвалених ними рішень вимогам чинного законодавства та невиконання своїх функціональних обов'язків.

Система *пожежної охорони* створюється для захисту життя і здоров'я громадян, приватної, колективної та державної власності від пожеж, підтримання належного рівня пожежної безпеки на об'єктах і в населених пунктах.

Як зазначалося раніше, до основних завдань пожежної охорони належать:

- здійснення контролю за дотриманням протипожежних вимог;
- запобігання пожежам і нещасним випадкам;
- гасіння пожеж, рятування людей та надання допомоги в ліквідації наслідків аварій, катастроф та стихійного лиха.

Таким чином, пожежна охорона виконує як профілактичну, так і бойову

роботу. Пожежна охорона поділяється на державну, відомчу, місцеву та добровільну.

На об'єктах підвищеної пожежної небезпеки міністерств, інших центральних органів центральної виконавчої влади, перелік яких визначається Кабінетом Міністрів України, створюються підрозділи відомчої пожежної (пожежно-сторожової) охорони, які здійснюють свою діяльність згідно з положеннями, погодженими ДСНС України. Ці підрозділи щодо покладених на них функцій керуються нормативними актами, які діють у державній пожежній охороні.

Державний пожежний нагляд за станом пожежної безпеки в населених пунктах і на об'єктах незалежно від форм власності здійснюється відповідно до чинного законодавства державною пожежною охороною.

Органи державного пожежного нагляду не залежать від будь-яких господарських органів, об'єднань громадян, політичних формувань, органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування.

Контроль за виконанням правил пожежної безпеки під час проектування, технічного переоснащення, будівництва, реконструкції та експлуатації об'єктів іноземних фірм та спільних підприємств регулюється чинним законодавством або умовами, передбаченими договорами сторін, якщо вони не суперечать чинному законодавству.

На об'єктах приватної власності органи державного пожежного нагляду контролюють не лише умови безпеки людей на випадок пожежі, а також вирішення питань пожежної безпеки, що стосуються прав та інтересів інших юридичних осіб і громадян.

Вивчення питань пожежної безпеки працівниками

Оскільки головними причинами пожежі є відсутність у людей знань та недотримання ними вимог пожежної безпеки, проблемі вивчення правил пожежної безпеки слід надавати важливого значення. Воно повинно здійснюватись безперервно, з самого раннього віку і на всіх етапах навчання та трудової діяльності.

Вже у дитячих дошкільних закладах проводиться виховна робота, спрямована на запобігання пожежам від дитячих пустощів з вогнем і виховання у дітей бережливого ставлення до національного багатства.

Вивчення правил пожежної безпеки організовується у загальноосвітніх і професійних навчально-виховних закладах, вищих навчальних закладах, навчальних закладах підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів, на виробництві та в побуті.

Місцеві органи державної виконавчої влади, органи місцевого та регіонального самоврядування, житлові установи та організації зобов'язані за місцем проживання організувати навчання населення правилам пожежної безпеки в побуті та громадських місцях.

Навчання працюючих здійснюється згідно з Типовим положенням про спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки

на підприємствах, в установах та організаціях України.

Усі працівники під час прийняття на роботу і щорічно за місцем роботи повинні проходити інструктаж з пожежної безпеки.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, повинні попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Перелік посад і порядок організації навчання (у тому числі керівників різних рівнів) визначаються Кабінетом Міністрів України. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань пожежної безпеки, забороняється. Програми навчання з питань пожежної безпеки мають погоджуватися з органами державного пожежного нагляду.

Однією з основних форм пожежно-профілактичної роботи з працівниками є протипожежна пропаганда. Вона повинна бути спрямована на виконання вимог пожежної безпеки і попередження пожеж, викриваючи, в першу чергу, такі причини їх виникнення, як необережне поводження з вогнем, порушення правил експлуатації електроустановок, невиконання протипожежних заходів під час проведення пожежонебезпечних робіт.

4.1 Визначення категорії виробничих приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Прийнята в нашій країні система категорювання виробничих приміщень і будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою визначає комплекс пожежно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей і збереження матеріальних цінностей. Встановлення тієї або іншої категорії формує протипожежні вимоги до планування і забудови території промислових підприємств, поверховості виробничих будівель, вогнестійкості застосовуваних будівельних конструкцій, величини площ пожежних відсіків, розташування і протяжності шляхів евакуації, застосування легкоскидаємих конструкцій тощо. Наведений перелік заходів свідчить про важливість правильного визначення категорії, оскільки помилки в цій області на багато років уперед визначають недостатність або надмірність заходів щодо попередження пожеж і пожежного захисту.

Значення системи категорювання приміщень і будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою в забезпеченні ПБ об'єктів

Регламентация виробничих приміщень і будівель на категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою – дуже актуальна, але надзвичайно складна проблема, що базується на оцінці пожежовибухонебезпеки

застосовуваних технологічних процесів.

Відомі два підходи в оцінці пожежовибухонебезпеки технологічних процесів: ймовірнісний і детермінований.

Ймовірнісний підхід заснований на розрахунку можливості досягнення певного рівня пожежовибухонебезпеки об'єкта. Прикладом такого підходу є положення ДСТУ 3855-99 «Пожарная безопасность» у яких, на підставі заданого рівня пожежовибухонебезпеки регламентується рівень ПБ об'єкта, тобто рівень систем запобігання пожежі і протипожежного захисту, що у сукупності повинні виключати вплив на людей небезпечних чинників пожежі. Можливість впливу зазначених чинників не повинна перевищувати нормативну, що дорівнює 10^{-6} в рік у розрахунку на кожну людину. Можливість виникнення пожежі також не повинна перевищувати 10^{-6} в рік в одиничному виробі. Але, тому що пожежовибухонебезпека будь-якого об'єкта визначається пожежовибухонебезпекою його складових частин (технологічних апаратів, установок, приміщень) дана система оцінки не знайшла застосування в практиці визначення рівня безпеки об'єкта в силу своєї «громіздкості».

Детермінований метод, тобто заздалегідь задані значення, заснований на певній кількісній диференціації приміщень і будівель на категорії.

Методи категорювання приміщень і будівель за вибухопожежною пожежною небезпекою із моменту їхнього початкового введення в 1939 р. постійно розвиваються й удосконалюються. Нормативи, розроблені в 1939 р. НКВС СРСР (Загальносоюзні норми будівельного проектування промислових підприємств. ОСТ 90 015-39) з метою категорювання, враховували деякі пожежонебезпечні властивості речовин і матеріалів (агрегатний стан, горючість, температуру спалаху) і, у першому наближенні, деякі особливості технологічних процесів. Незважаючи на наближеність такого підходу, введення системи категорювання зіграло позитивну роль.

Перша спроба удосконалення методики категорювання була в 1952 р. при виданні «Протипожежних норм будівельного проектування промислових підприємств і населених місць» Н 102-51. У цих нормах шляхом введення нової характеристики пожежної безпеки – НКМПП – більш повно враховувалися пожежонебезпечні властивості речовин. Це дозволяло більш диференційовано підійти до оцінки пожежної безпеки виробничих приміщень. Аналогічний підхід реалізований і в нормах 1962 року (СНиП II-М. 2-62. Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування).

Зазначені вище нормативні документи, хоча і враховували найбільш важливі показники пожежовибухонебезпеки речовин, що обертаються у виробництві, практично не містили кількісних критеріїв рівня безпеки виробничих приміщень. У зв'язку з цим, за формальними ознаками приміщення, у яких знаходилися горючі речовини у незначній кількості, повинні були відноситися до вибухопожежонебезпечних і пожежонебезпечних категорій А, Б, В. Виняток було зроблено лише для електророзподільних пристроїв із вимикачами й апаратурою, що містить не більш ніж 60 кг масла в одиниці обладнання.

Безумовним кроком вперед явилось створення норм 1972 року (СНиП II-М. 2-72. Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування), у яких був уведений кількісний критерій вибухопожежонебезпеки виробництва. Виробництво відносилось до вибухопожежонебезпечних категорій А або Б, якщо кількість горючих речовин, що виходять у результаті аварії в приміщення, здатне утворити вибухонебезпечну суміш із повітрям в об'ємі, що перевищує 5% вільного об'єму приміщення. Це дозволяло не відносити до вибухопожежонебезпечних виробництва, у яких оберталися горючі гази, пари і пил у невеликій кількості. Була знижена з 120°C до 61°C величина температури спалаху рідин, що розділяє категорії вибухопожежонебезпечні і пожежонебезпечні Б і В.

Черговий перегляд будівельних норм і правил відбувся в 1981 р. (СНиП II-90-81. Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування) і не супроводжувався істотними змінами системи категорювання. Водночас, у результаті наукових досліджень, що проводилися, і на основі практики використання нормативних документів виявилася необхідність удосконалювання категорювання. Було встановлено, що при згорянні однакових локальних вибухонебезпечних об'ємів різних речовин, величини яких розраховувалися у відповідності зі СНиП II-90-81 і розвиваючими його «Вказівками по визначенню категорій виробництв за вибуховою, вибухопожежною і пожежною безпекою» (СН 463-74), надлишковий тиск вибуху може відрізнятись в два і більш рази і, таким чином, впливи вибуху на будівельні конструкції будуть зовсім різними. Вивчення пожежовибухонебезпеки промислового пилу показало, що аерозолі речовин із НКМПП, що перевищує $65 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$, найчастіше є не менш небезпечними, ніж аерозолі речовин із НКМПП менш ніж $65 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$. Крім цього, було встановлено, що не вся маса горючих газів, парів і пилу, що виходять в об'єм виробничих приміщень, бере участь у вибуху.

Усунення відзначених недоліків призвело до створення нового нормативного документа по категорюванню – «Визначення категорій приміщень будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою» (ДСТУ БВ 1.1-36:2016), що по цей час діє на території України.

Найбільше важливим положенням ДСТУ БВ.1.1-36:2016 є використання в якості критерію вибухопожежної безпеки розрахункового надлишкового тиску вибуху ΔP локальних вибухонебезпечних газо-, паро- або пилоповітряних сумішей, що утворюються в об'ємі виробничих приміщень у результаті нормальної роботи технологічного обладнання або аварійної ситуації. Величина ΔP , на відміну від локального вибухонебезпечного об'єму, на пряму показує, наскільки велика небезпека вибуху. Співставляючи розрахункове значення ΔP з припустимою величиною, що вибирається з умови безпеки людей, незруйнованості основних будівельних конструкцій і технологічного устаткування, можна однозначно визначити, чи є приміщення вибухонебезпечним, чи тільки пожежонебезпечним. У якості припустимої

величини надлишкового тиску прийнято значення 5 кПа. За даними результатів численних досліджень, цей тиск не призводить до руйнування основних будівельних конструкцій, а також технологічного обладнання. Такий тиск безпечний для людини. У нормах США (1980 р.) вказується, що при тиску в ударній хвилі 16 кПа відбувається тимчасова втрата слуху, а при тиску в діапазоні 5,9-8,3 кПа враження людини можливе тільки осколками скла й іншими уламками.

Проте, незважаючи на свої безсумнівні переваги, ДСТУ БВ.1-36:2016 має і певні недоліки, основними з яких є відсутність кількісної оцінки пожежної небезпеки приміщень, що враховувала б пожежне навантаження, відсутність методики визначення категорії для зовнішніх установок, а також трудомісткість при визначенні окремих показників при розрахунку ΔP .

ДСТУ БВ.1.1-36:2106 встановлює 5 категорій приміщень і будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою:

- категорії А і Б – вибухопожежонебезпечні, критеріями призначення яких є наявність в аналізованих об'єктах речовин, спроможних вибухати і горіти з розрахунковим надлишковим тиском вибуху більшим ніж 5 кПа;
- категорія В – пожежонебезпечна, характеризується наявністю горючих матеріалів і речовин, спроможних тільки горіти;
- категорія Г – характеризується відсутністю горючих матеріалів, але застосуванням високих температур;
- категорія Д – не пожежонебезпечна, пов'язана з застосуванням негорючих матеріалів у холодному стані.

Основні положення класифікації приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

При класифікації виробничих приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою враховується:

- агрегатний стан застосовуваних речовин і матеріалів;
- вибухопожежонебезпечні властивості речовин і матеріалів (P_{max} тиск вибуху при стехіометричній концентрації горючих речовин у повітрі – $C_{ст}$, теплота згоряння – H_m , t_{cn} ЛЗР);
- реальні умови ведення технологічного процесу (тиск, температура, енергетичний потенціал вибухопожежонебезпечки технологічного блоку тощо) для прогнозування найбільш несприятливого варіанта аварійної ситуації, при якому в приміщенні може надійти найбільша кількість найбільш вибухопожежонебезпечної речовини;
- наявність технічних засобів контролю і захисту від утворення вибухонебезпечних концентрацій на випадок розгерметизації технологічного обладнання (сигналізатори до вибухонебезпечних концентрацій, аварійна вентиляція, швидкодіючі системи відключення ушкодженого апарата, технічні рішення по обмеженню площі розливу рідини, аварійний злив рідини, аварійне стравлювання газу тощо);
- реальні умови утворення зон вибухонебезпечних концентрацій;

- можливість появи джерела запалювання (приймається, що при аварійній ситуації вона дорівнює одиниці);
- надлишковий тиск вибуху ΔP при займанні локального скупчення горючої суміші (він визначається з урахуванням процесу горіння і негерметичності приміщення);
- стійкість конструкцій будинку до надлишкового тиску вибуху.

Відповідно до ДСТУ БВ 1.1-36:2016 виробничі приміщення за вибухопожежною і пожежною безпекою підрозділяються (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Класифікація приміщень за вибухопожежною і пожежною безпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (що обертаються) у приміщенні
1	2
А Вибухопо- жежонебез- печна	Горючі гази, легкозаймісті рідини з температурою спалаху не вище ніж 28 °С у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газо-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа, і/або речовини і матеріали, здатні вибухати ігоріти при взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
Б Вибухопо- жежонебез- печна	Горючі пил і/або волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху вище ніж 28 °С, горючі рідини у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пило-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, який перевищує 5 кПа
В Пожежоне- безпечна	Горючі гази, легкозаймісті, горючі і/або важкогорючі рідини, а також речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важкогорючі речовини і матеріали (включно горючий пил і/або волокна), за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються), не відносяться до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймістих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м ² кожна перевищує 180 М Дж-м-2.
Г	Негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я; горючі гази, рідини і/або тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо
Д	Речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорії приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В

Визначення категорій приміщень здійснюється шляхом послідовної

перевірки приналежності приміщення до категорії від вищої – А до нижчої – Д.

Послідовність визначення категорій приміщень полягає у виконанні таких етапів:

1. Вивчення:

- характеристики приміщення;
- запроектованих технічних засобів протипожежного захисту;
- технологічного процесу виробництва.

2. Вибір розрахункового варіанта розгерметизації технологічного блоку.

3. Збір і підготовка вихідних даних для розрахунку.

4. Розрахунок кількісних параметрів вибухопожежонебезпеки аварійної ситуації:

- прогнозування надходження в приміщення вибухопожежо-небезпечних речовин при розгерметизації технологічного обладнання;
- нормування розмірів зон вибухонебезпечних концентрацій;
- визначення надлишкового тиску вибуху.

5. Перевірка приналежності приміщення від вищої категорії до нижчої.

6. Дослідження ефективності технічних рішень, що дозволяють знизити рівень вибухопожежонебезпеки приміщення.

Вибір і обґрунтування розрахункового варіанта розгерметизації технологічного блоку

Вибір варіанта розгерметизації технологічного блоку і вихідних даних для розрахунку категорії приміщення проводиться після детального вивчення технологічного процесу виробництва.

Складна технологічна схема вибухопожежонебезпечного виробництва перед початком розрахунку розділяється на взаємозалежні технологічні блоки по ходу ведення процесу.

Межами для поділу технологічної схеми на блоки, окремі апарати або інші технологічні вузли, що містять вибухопожежонебезпечні продукти, може служити запірна арматура з ручним або дистанційним управлінням (у тому числі автоматичними відсікачами), що встановлена на міжблочних трубопроводах як по прямому, так і по зворотному потоку горючих матеріальних середовищ.

Відповідно до ДСТУ БВ 1.1-36:2016 критерієм вибору є варіант розгерметизації блоку або період нормальної роботи обладнання, при якому у вибуху буде брати участь найбільша кількість речовин або матеріалів, найбільш небезпечних у відношенні наслідків вибуху.

Загальна методика вибору варіанта розгерметизації технологічного блоку

До основи прогнозу аварійного надходження речовин покладено такі припущення:

- весь вміст апарата надходить у приміщення;

- відбувається одночасно витікання речовин із трубопроводів, що постачають апарат по прямому й зворотному потоку на протязі часу, необхідного для відключення трубопроводів.

Тривалість витікання визначають у кожному конкретному випадку, виходячи з реальної обстановки, з урахуванням паспортних даних на запірні пристрої.

Відповідно до ДСТУ БВ 1.1-36:2016 тривалість відключення трубопроводів варто приймати такою, що дорівнює:

- часу спрацьовування системи автоматики відключення трубопроводів відповідно до паспортних даних установки, якщо імовірність відмови системи автоматики відповідно до вимог ДСТУ БВ.1.1-36:2016 не перевищує 0,000001 у рік або забезпечено резервування її елементів (але не більш ніж 3 с);

- 120 с, якщо імовірність відмови системи автоматики перевищує 0,000001 у рік і не забезпечене резервування її елементів;

- 300 с при ручному відключенні.

Час відключення і час спрацьовування – проміжок часу від початку можливого надходження горючої речовини з трубопроводу (перфорація, розрив, зміна номінального тиску тощо) до повного припинення надходження газу або рідини в приміщення. Швидкодіючі клапани-відсікачі повинні автоматично перекривати подачу газу або рідини при порушенні електропостачання.

Перевищення наведених вище значень терміну відключення трубопроводів припускається у встановленому порядку спеціальним рішенням відповідних міністерств або відомств.

- відбувається випаровування із поверхні розлитої рідини, об'єм випаровування при розливі на підлогу визначається (при відсутності довідкових даних), виходячи з розрахунку, що 1 л сумішей і розчинів, що містять 70% і менше (по масі) розчинників, розливається на об'єму 0,5 кв.м., а інших рідин – на 1 кв.м підлоги приміщення;

- відбувається також випаровування рідини з ємкостей, що експлуатуються із відкритим дзеркалом рідини, або зі свіжопофарбованих поверхонь;

- тривалість випаровування рідини приймається такою, що дорівнює терміну її повного випаровування, але не більш ніж 3600 с.

Задачі до визначення категорії приміщення за вибуховою та вибухопожежною небезпекою

Розрахунок категорії за пожежною та вибухонебезпечною небезпекою приміщень очисних споруд

Приклад 1.

Визначити категорію приміщень очисних споруд за вибухопожежною

небезпекою. В приміщенні знаходяться два метаногенератори.

Розв'язання

Надлишковий тиск вибуху ΔP для індивідуальних горючих речовин, що складаються з атомів C, H, O, N, Cl, Br, I, F визначається за формулою:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_o) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{\text{пр}} \cdot \rho_{\text{г.п.}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_n} \quad (4.1)$$

де P_{\max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної або пароповітряної суміші в закритому об'ємі, який визначається дослідним шляхом або приймається за довідковими даними згідно з вимогами п. 5.4. У випадку відсутності таких даних дозволяється приймати P_{\max} таким, що дорівнює 900 кПа;

P_o – початковий тиск, кПа (припускається приймати таким, що дорівнює 101 кПа);

m – маса ГР, що попали в результаті розрахункової аварії в приміщення, яку визначають для ГР за формулою (4.4):

Z – коефіцієнт участі ГР або парів у вибуху, який може бути розрахований на підставі характеру розподілу газів і парів в об'ємі приміщення згідно Додатку до цього стандарту. Допускається приймати значення Z за табл. 2;

$V_{\text{своб}}$ – вільний об'єм приміщення, м³;

$\rho_{\text{г.п.}}$ – густина газу або пари при розрахунковій температурі t_p , кг · м⁻³, яка визначається за формулою:

$$\rho_{\text{г.п.}} = \frac{M}{V_o \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)} = \frac{16}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 25)} = 0,65388 \text{ кг/м}^3 \quad (4.2)$$

де M – молярна маса, кг · кмоль⁻¹;

V_o – мольний об'єм, який дорівнює 22,413 м³ · кмоль⁻¹;

t_p – розрахункова температура, °С;

$C_{\text{ст}}$ – стехіометрична концентрація ГР або парів ЛСР и ГР, % (об.), яка визначається за формулою:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 2} = 9,36 \quad (4.3)$$

$$\text{де } \beta = n_c + \frac{n_H}{4} = 1 + \frac{4}{4} = 2$$

n_c и n_H – кількість атомів вуглецю та водню, відповідно;

β – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння (при розрахунку β атоми азоту не враховуються);

K_n – коефіцієнт, який враховує негерметичність приміщення і неадіабатичність процесу горіння. Припускається приймати K_n рівним 3.

Негерметичність приміщення обумовлена постійно відкритими прорізами в огорожувальних конструкціях приміщення.

За розрахункову температуру слід приймати максимально можливу температуру повітря в даному приміщенні у відповідній кліматичній зоні або максимально можливу температуру повітря за технологічним регламентом з

урахуванням можливого підвищення температури у випадку аварійної ситуації.

Масу m , кг, газу, який потрапив у приміщення під час розрахункової аварії, визначають за формулою:

$$m = (V_a + V_T) \cdot \rho_2 = 118 \cdot 0,7168 = 84,58 \text{ кг} \quad (4.4)$$

де V_a и V_T – об’єм апарата и об’єм трубопроводу відповідно, м³;

ρ_2 – густина ГР при розрахунковій температурі, кг/м³, що визначається за формулою (4.2).

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнта Z

Вид горючої речовини	Значення Z
Водень	1,0
Горючі гази (крім водню)	0,5
Легкозаймісті рідини і горючі рідини, які нагріті до температури спалаху і вище	0,3
Легкозаймісті рідини і горючі рідини, які нагріті нижче температури спалаху, при умові можливості утворення аерозолі	0,3
Легкозаймісті рідини і горючі рідини, які нагріті нижче температури спалаху, при неможливості утворення аерозолі	0,0

Таким чином, надлишковий тиск вибуху при умові, що при аварійному руйнуванні апарата складе:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_o) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{np} \cdot \rho_{2.n}} \cdot \frac{100}{C_m} \cdot \frac{1}{K_n} = (706 - 101) \cdot \frac{84,58 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 1}{4053,28 \cdot 0,65388 \cdot 9,36 \cdot 3} = 68,76 \text{ кПа.}$$

Виходячи з проведених розрахунків, робимо висновок про те, що дане приміщення відноситься до категорії А, клас зони згідно з ПУЕ (НПАОП 0.00-1.32-01 Правила влаштування електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок) 2 за пожежною небезпекою П-Па. Тому при проектуванні будівлі очисних споруд необхідно враховувати наявність в даній будівлі легко-скидальних конструкцій загальною площею:

$$S_{ЛСК} = 0,05 \cdot V_{помещения} = 0,05 \cdot 8,8 \cdot 19,6 \cdot 23,5 = 203 \text{ м}^2.$$

Даний розрахунок проведений на базі п. 2.42 СНиП 2.09.02–85*

В приміщеннях категорій А і Б слід передбачати зовнішні легко-скидальні огорожуючі конструкції.

Як легко скидальні конструкції слід, як правило, використовувати оселення вікон і ліхтарів. При недостатній площі оселення допускається в якості легко скидальних конструкцій використовувати конструкції покриттів зі сталевих, алюмінієвих та азбоцементних листів та ефективного утеплювача. Площу легко-скидальних конструкцій слід визначати розрахунком. При відсутності розрахункових даних площа легко скидальних конструкцій повинна складати не менше 0,05 м² на 1 м³ об’єму приміщення категорії А і не менше

0,03 м² – приміщення категорії Б.

Примітка: 1. Віконне скло відноситься до легко скидальних конструкцій при товщині 3, 4 і 5 мм та площі не менше (відповідно) 0,8, 1 і 1,5 м². Армowane скло до легко скидальних конструкцій не відноситься.

2. Рулонний килим на ділянках легко скидальних конструкцій покриття слід розрізати на карти площею не більше 180 м² кожна.

3. Розрахункове навантаження від маси легко-скидальних конструкцій повинна складати не більше 0,7 кПа (70 кгс/м²).

Враховуючи, що в цій будівлі передбачається використання двох метаногенераторів, площу ЛСК слід помножити на 2. Таким чином. Загальна площа ЛСК для обох приміщень повинна складати не менше 406 м². В цю площу може входити не тільки площа віконних прорізів, але й елементи легко скидального покриття.

Розрахунок категорії приміщень відділення з виробництва безалкогольного пива

Приклад 2.

До складу відділення з виробництва безалкогольного пива входить приміщення розмірами 6 × 12 м. В приміщенні обертаються: пиво, розчини СІР, 40 %-вий водний розчин етанолу з температурою спалаху 28 °С, що дозволяє віднести дану рідину до горючих.

Визначити категорії виробництва за вибуховою та вибухопожежною небезпекою на ділянці отримання безалкогольного пива.

Розрахунок категорії приміщення за вибуховою та вибухопожежною небезпекою виконуємо за методикою, що викладена в ДСТУ БВ 1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

Розв'язання.

Розрахунок ΔP для будь-яких індивідуальних речовин може бути виконаний за формулою:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_r \cdot P_o \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot C_p \cdot T_o} \cdot \frac{1}{K_n}, \quad (4.5)$$

де m – маса ГГ або парів ЛЗР та ГР, що попали в результаті розрахункової аварії в приміщення, яку розраховують за формулою:

$$m = m_p + m_{\text{емн}} + m_{\text{св}}, \quad (4.6)$$

де m_p – маса рідини, що випарилася з поверхні розливу, кг;

$m_{\text{емн}}$ – маса рідини, що випарилася з поверхонь відкритих ємностей, кг;

$m_{\text{св}}$ – маса рідини, що випарилася з поверхонь, на які була нанесена свіжа рідина, кг.

З цих умов кожна з складових в формулі (4.2) визначають за формулою:

$$m = W \cdot F_e \cdot \tau, \quad (4.7)$$

де W – інтенсивність випаровування, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

F_e – площа випаровування, м^2 , яку визначають в залежності від маси рідини, що попали у приміщення;

τ – тривалість випаровування, с.

H_T – теплота згоряння, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$;

P_o – початковий тиск, кПа (допускається приймати рівним 101 кПа);

Z – коефіцієнт участі парів у вибуху, який може бути розрахований на основі характеру розподілу газів і парів в об'ємі приміщення = 2;

$V_{\text{вільн}}$ – вільний об'єм приміщення, м^3 ;

ρ_n – густина повітря до вибуху при початковій температурі T_o , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

C_p – теплоємність повітря, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ (припускається приймати рівною $1,01 \cdot 10^3 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$);

T_o – початкова температура повітря, К.

Інтенсивність випаровування W визначають за довідковими даними. Для ЛЗР, які не нагріті вище температури навколишнього середовища, у випадку відсутності таких даних допускається розраховувати W за формулою:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_n \quad (4.8)$$

де η – коефіцієнт, який приймають за табл. 3 ДСТУ БВ.1.1-36:2016 в залежності від швидкості повітряного потоку, що утворюється аварійною вентиляцією, і температури повітряного потоку над поверхнею випаровування (у випадку відсутності аварійної вентиляції $\eta = 1$);

M – молярна маса, $\text{г} \cdot \text{моль}^{-1}$;

P_n – тиск насиченого пару за розрахунковій температурі рідини t_p , що визначена за довідковими даними, кПа, або за формулою:

$$P_H = 0,133 \cdot 10^{\frac{A \cdot B}{C_a + t_p}} \quad (4.9)$$

де A, B, C_a – константи Антуана (табл. Г.16).

Вихідні дані для розрахунків:

- розміри приміщення $6 \times 12 \times 9 \text{ м}$;
- речовина – водний розчин метанолу з температурою спалахування $28 \text{ }^\circ\text{C}$
- густина – 785 кг/м^3 ;
- $\lg p = 7,181158 - \frac{1918,508}{252,125 + t_o}$; (додаток Г, табл. Г.15)
- початкова температура $t_o = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для визначення надлишкового тиску при вибуху розраховуємо:

1. Тиск насиченої пари:

$$P_H = 0,133 \cdot 10^{\frac{A-B}{C_a+T_p}} = 0,133 \cdot 10^{\frac{7,81158 \cdot 1918508}{252125+25}} = 1,03 \text{ кПа}$$

2. Інтенсивність випаровування:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H = 10^{-6} \cdot 2,95 \cdot \sqrt{46,07} \cdot 1,03 = 2,06 \cdot 10^{-5},$$

де 2,95 – значення η при температурі 25 °С і швидкості переміщення повітряних мас 0,2 м/с (див. табл. 3 ДСТУ БВ.1.1-38:2016).

3. Масу парів ЛЗР, що потрапили в результаті розрахункової аварії в приміщення:

$$m = W \cdot F_g \cdot \tau = 2,06 \cdot 10^{-5} \cdot 72 \cdot 3600 = 5,34 \text{ кг.}$$

В результаті аварійного розкриття конденсатора площа розливу етанолу згідно п.7.1.2 ДСТУ БВ.1.1-36:2016 повинна складати:

$$F_g = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H \cdot 1000 \cdot 0,5 = \frac{3,14 \cdot 0,53^2}{4} \cdot 4,4 \cdot 1000 \cdot 0,5 = 485 \text{ м}^2,$$

Однак розлив водного розчину етанолу відбувається в приміщенні, обмеженому стінами, і тому площа розливу буде складати $6 \times 12 = 72 \text{ м}^2$.

4. Надлишковий тиск при вибуху:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_o \cdot Z}{V_{вільн} \cdot \rho_{п} \cdot C_p \cdot T_o} \cdot \frac{1}{K_{н'}} = \frac{5,34 \cdot 1408 \cdot 101 \cdot 0,3}{6 \cdot 12 \cdot 9 \cdot 1,2929 \cdot 1,01 \cdot 10^3 \cdot (273 + 25) \cdot 3} = 0,0003 \text{ кПа.}$$

Враховуючи, що температура спалахування водного розчину етанолу складає 28 °С, а надлишковий тиск вибуху – 0,0003 кПа, приміщення виготовлення безалкогольного пива можна віднести до категорії В.

Приклад 3. В складському приміщенні здійснюється зберігання негорючих матеріалів (металовиробів) в ящиках, що виготовлені з деревини. Пожежне навантаження зосереджено у вигляді трьох стелажів розміром 1 × 6 м. Між стелажми присутні проходи шириною 1,5 м. Мінімальна відстань від поверхні пожежної навантаги до нижнього пояса ферм складає 1 м. Кожен стелаж складається з трьох ярусів, в кожному ярусі по 10 дерев'яних ящиків масою 3 кг кожен.

Виконати розрахунок категорії пожежної небезпеки приміщення.

Розв'язання.

Для цього виділимо три ділянки розміщення пожежної навантаги – стелажі. Визначимо для кожної з ділянок питому пожежну навантагу.

Сумарна маса деревини в кожному зі стелажів дорівнює:

$$m = 3 \cdot 3 \cdot 10 = 90 \text{ кг.}$$

Теплота згоряння H_c в розрахунках приймається рівною 13,8 МДж/кг. Таким чином, величина пожежного навантаження складе:

$$Q = m \cdot H_c = 90 \cdot 13,8 = 1242 \text{ МДж.}$$

Визначаємо питоме пожежне навантаження:

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{1242}{6} = 207 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2},$$

де F – площа приміщення, м^2 .

Враховуючи, що значення питомого пожежного навантаження більше 180 МДж/м², приміщення може бути віднесено до категорії В.

Приклад 4. Виробниче приміщення, в якому розміщені металооброблювальні верстати різних типів в два прольоти. Ширина проходу між прольотами складає 3 м. Відстань між станками в прольоті складає 1,5 м. Станки мають систему змащування, в якій обертається індустриальне мастило И-20А до 15 л в кожному станку.

Станки конструктивно виконані таким чином, що утворення відкритого дзеркала пролитого затисла можливі тільки у випадку аварійного руйнування станка. При цьому, під кожним станком встановлений металевий піддон площею $F = 10 \text{ м}^2$, здатний вмістити увесь об'єм мастила у випадку аварійної розгерметизації.

Визначити категорію приміщення за пожежною небезпекою.

Розв'язання.

Оскільки температура спалаху мастила И-20а складає 180 °С, то виконуємо розрахунок до приналежності приміщення до категорії В.

Маса мастила складе:

$$m = \rho \cdot V = 890 \cdot 0,015 = 13,35 \text{ кг.}$$

Теплота згоряння мастила нам невідома, тому ми визначаємо її за формулою Басса:

$$H_c = 50460 - 8,545 \cdot \rho = 50460 - 8,545 \cdot 890 = 42854,25 = 42,85 \text{ МДж/кг.}$$

Визначаємо пожежне навантаження:

$$Q = m \cdot H_c = 13,35 \cdot 42,85 = 572,05 \text{ МДж.}$$

$$q = \frac{572,05}{10} = 57,2 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}.$$

Приміщення з даною питомою пожежною навантагою відноситься до категорії Д.

Приклад 5. У приміщенні розташовані декілька ділянок з різним пожежним навантаженням.

На ділянці № 1 площею 30 м² розміщено оргскло (поліметилметакрилат) загальною масою 2000 кг, мінімальна висота від рівня щабля до перекриття складає 12 м².

На ділянці № 2 площею 20 м² розміщені дерев'яні піддони загальною масою 1700 кг, відстань до перекриття 11 м².

На ділянці № 3 площею 10 м² розташовані гумотехнічні вироби загальною масою 300 кг.

Визначити категорію приміщення за пожежною безпекою.

Розв'язання.

Визначаємо питоми пожежне навантаження на кожній ділянці.

$$q_1 = \frac{H_{c1} \cdot m_1}{F_1} = \frac{25,2 \cdot 2000}{30} = 1680 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2},$$

$$q_2 = \frac{H_{c2} \cdot m_2}{F_2} = \frac{13,8 \cdot 1700}{20} = 1173 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2},$$

$$q_3 = \frac{H_{c3} \cdot m_3}{F_3} = \frac{33,52 \cdot 300}{10} = 1005,6 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}.$$

З розрахунків видно, що питоми пожежне навантаження більше 180 МДж·м⁻²

Дане приміщення відноситься до категорії В.

Практичне завдання.

Вихідні дані до практичних завдань наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Задачі до практичних завдань.

№ Варіанту	Зміст задачі
1	Визначити категорію приміщення очисних споруд загальної площею 80 м ² за пожежною безпекою. В приміщенні встановлені 3 метаногенератори.
2	Визначити категорію приміщення цеху загальною площею 100 м ² . В цеху обертається 150 кг ацетону.
3	В складському приміщенні здійснюється зберігання негорючих матеріалів (металовиробів) в ящиках, що виготовлені з деревини. Пожежне навантаження зосереджена у вигляді трьох стелажів розміром 2 × 8 м. Між стелажми присутні проходи шириною 1,5 м. Мінімальна відстань від поверхні пожежної навантаги до нижнього пояса ферм складає 1 м. Кожен стелаж складається з трьох ярусів, в кожному ярусі по 20 дерев'яних ящиків масою 5 кг кожен. Визначити категорію приміщення за пожежною безпекою.

Продовження таблиці 4.3

4	<p>Виробниче приміщення, в якому розміщені металооброблювальні верстати різних типів в два прольоти. Ширина проходу між прольотами складає 3 м. Відстань між станками в прольоті складає 1,5 м. Станки мають систему змащування, в якій обертається індустріальне мастило И-20А до 20 л в кожному станку.</p> <p>Станки конструктивно виконані таким чином, що утворення відкритого дзеркала пролитого затисла можливі тільки у випадку аварійного руйнування станка. При цьому, під кожним станком встановлений металевий піддон площею $F = 8 \text{ м}^2$, здатний вмістити увесь об'єм мастила у випадку аварійної розгерметизації. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою.</p>
5	<p>Приміщенні розташовані декілька ділянок з різною пожежною навантагою.</p> <p>На ділянці № 1 площею 50 м^2 розміщено оргскло (поліметилметакрилат) загальною масою 100 кг, мінімальна висота від рівня щабля до перекриття складає 12 м^2.</p> <p>На ділянці № 2 площею 40 м^2 розміщені дерев'яні піддони загальною масою 170 кг, відстань до перекриття 11 м^2.</p> <p>На ділянці № 3 площею 30 м^2 розташовані гумотехнічні вироби загальною масою 50 кг. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою</p>
6	<p>В складському приміщенні здійснюється зберігання негорючих матеріалів (металовиробів) в ящиках, що виготовлені з деревини. Пожежна навантага зосереджена у вигляді п'яти стелажів розміром $2 \times 6 \text{ м}$. Між стелажми присутні проходи шириною 1,5 м. Мінімальна відстань від поверхні пожежної навантаги до нижнього пояса ферм складає 1 м. Кожен стелаж складається з трьох ярусів, в кожному ярусі по 15 дерев'яних ящиків масою 6 кг кожен. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою</p>
7	<p>Визначити категорію приміщення очисних споруд загальною площею 80 м^2 за пожежною небезпекою. В приміщенні встановлені 5 метаногенераторів</p>
8	<p>Виробниче приміщення, в якому розміщені металооброблювальні верстати різних типів в два прольоти. Ширина проходу між прольотами складає 3 м. Відстань між станками в прольоті складає 1,5 м. Станки мають систему змащування, в якій обертається індустріальне мастило И-20А до 10 л в кожному станку.</p> <p>Станки конструктивно виконані таким чином, що утворення відкритого дзеркала пролитого затисла можливі тільки у випадку аварійного руйнування станка. При цьому, під кожним станком встановлений металевий піддон площею $F = 5 \text{ м}^2$, здатний вмістити увесь об'єм мастила у випадку аварійної розгерметизації. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою</p>
9	<p>Приміщенні розташовані декілька ділянок з різною пожежною навантагою.</p> <p>На ділянці № 1 площею 60 м^2 розміщена деревина загальною масою 100 кг, мінімальна висота від рівня щабля до перекриття складає 12 м^2.</p> <p>На ділянці № 2 площею 20 м^2 розміщені дерев'яні піддони загальною масою 170 кг, відстань до перекриття 11 м^2.</p> <p>На ділянці № 3 площею 10 м^2 розташовані гумотехнічні вироби загальною масою 20 кг. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою</p>
10	<p>Визначити категорію приміщення цеху загальною площею 100 м^2. В цеху обертається 1000 л бензину</p>
11	<p>Визначити категорію приміщення очисних споруд загальною площею 200 м^2 за пожежною небезпекою. В приміщенні встановлені 7 метаногенераторів.</p>
12	<p>Визначити категорію приміщення цеху загальною площею 300 м^2. В цеху обертається 500 кг ацетону.</p>

Закінчення таблиці 4.3.

13	В складському приміщенні здійснюється зберігання негорючих матеріалів (металовиробів) в ящиках, що виготовлені з деревини. Пожежна навантага зосереджена у вигляді трьох стелажів розміром 1×7 м. Між стелажми присутні проходи шириною 1,5 м. Мінімальна відстань від поверхні пожежної навантаги до нижнього пояса ферм складає 1 м. Кожен стелаж складається з трьох ярусів, в кожному ярусі по 13 дерев'яних ящиків масою 7 кг кожен. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою
14	Виробниче приміщення, в якому розміщені металооброблювальні верстати різних типів в два прольоти. Ширина проходу між прольотами складає 3 м. Відстань між станками в прольоті складає 1,5 м. Станки мають систему змащування, в якій обертається індустріальне мастило И-20А до 5 л в кожному станку. Станки конструктивно виконані таким чином, що утворення відкритого дзеркала пролитого затисла можливі тільки у випадку аварійного руйнування станка. При цьому, під кожним станком встановлений металевий піддон площею $F = 4 \text{ м}^2$, здатний вмістити увесь об'єм мастила у випадку аварійної розгерметизації. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою
15	Приміщенні розташовані декілька ділянок з різною пожежною навантагою. На ділянці № 1 площею 80 м^2 розміщено оргскло (поліметилметакрилат) загальною масою 500 кг, мінімальна висота від рівня щабля до перекриття складає 12 м. На ділянці № 2 площею 60 м^2 розміщені дерев'яні піддони загальною масою 3000 кг, відстань до перекриття 11 м. На ділянці № 3 площею 20 м^2 розташовані гумотехнічні вироби загальною масою 100 кг. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою
16	Визначити категорію приміщення очисних споруд загальною площею 80 м^2 за пожежною небезпекою. В приміщенні встановлені 1 метаногенератор.
17	Визначити категорію приміщення цеху загальною площею 100 м^2 . В цеху обертається 150 кг соляри.
18	В складському приміщенні здійснюється зберігання негорючих матеріалів (металовиробів) в ящиках, що виготовлені з деревини. Пожежна навантага зосереджена у вигляді трьох стелажів розміром 1×4 м. Між стелажми присутні проходи шириною 1,5 м. Мінімальна відстань від поверхні пожежної навантаги до нижнього пояса ферм складає 1 м. Кожен стелаж складається з трьох ярусів, в кожному ярусі по 10 дерев'яних ящиків масою 8 кг кожен. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою
19	Виробниче приміщення, в якому розміщені металооброблювальні верстати різних типів в два прольоти. Ширина проходу між прольотами складає 3 м. Відстань між станками в прольоті складає 1,5 м. Станки мають систему змащування, в якій обертається індустріальне мастило И-20А до 5 л в кожному станку. Станки конструктивно виконані таким чином, що утворення відкритого дзеркала пролитого затисла можливі тільки у випадку аварійного руйнування станка. При цьому, під кожним станком встановлений металевий піддон площею $F = 6 \text{ м}^2$, здатний вмістити увесь об'єм мастила у випадку аварійної розгерметизації. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою
20	В приміщенні розташовані декілька ділянок з різною пожежною навантагою. На ділянці № 1 площею 10 м^2 розміщено оргскло (поліметилметакрилат) загальною масою 50 кг, мінімальна висота від рівня щабля до перекриття складає 12 м. На ділянці № 2 площею 40 м^2 розміщені дерев'яні піддони загальною масою 100 кг, відстань до перекриття 11 м^2 . На ділянці № 3 площею 60 м^2 розташовані гумотехнічні вироби загальною масою 200 кг. Визначити категорію примушення за пожежною небезпекою

4.2 Розрахунок необхідного та фактичного часу евакуації з виробничих приміщень у випадку пожежі

4.2.1 Евакуація людей з будинків і споруд

Під евакуацією людей під час пожежі розуміють вимушене переміщення людей із зони можливого впливу небезпечних чинників пожежі.

При виникненні пожежі на початковій стадії виділяється тепло, токсичні продукти згорання, можливі обвалення конструкцій. Тому слід враховувати необхідність евакуації людей у визначені терміни. Показником ефективності евакуації є час, протягом котрого люди можуть при необхідності залишити окремі приміщення і будівлі загалом. Безпека евакуації досягається тоді, коли тривалість евакуації людей в окремих приміщеннях і будівлях загалом не перевищує критичної тривалості пожежі, яка становить небезпеку для людей.

Критичною тривалістю пожежі є час досягнення небезпечних для людини факторів пожежі.

Пожежа це позарегламентний процес знищування або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для живих істот і довкілля.

Людина яка перебуває в зоні впливу пожежі потрапляє під дію небезпечних та шкідливих факторів. Вони підрозділяються на первинні та вторинні.

До первинних шкідливих факторів пожежі відносяться: вогонь, підвищена температура, дим та токсичні продукти згорання.

При виникненні вторинних шкідливих факторів проявляються: недостатність кисню, руйнування будівельних конструкцій, вибухи, витікання небезпечних речовин, що відбуваються внаслідок пожежі, паніка та ін.

Вогонь - надзвичайно небезпечний фактор пожежі, однак випадки його безпосередньої дії на людей досить нечасті. Під час пожежі температура полум'я в залежності від матеріалів, що складають пожежну навантагу, може досягати 1200-1400 °C і у людей, які знаходяться у зоні пожежі випромінювання полум'я можуть викликати опіки та больові відчуття.

При впливі підвищеної температури середовища на людину може виникнути небезпека ураження органів дихання, що може призвести до літального випадку, а, враховуючи, що людина є білковою субстанцією, - до згорнення білку.

Дим та токсичні продукти згорання являють собою велику кількість найдрібніших часточок не згорілих речовин, що знаходяться у повітрі в суміші з токсичними продуктами згорання. Вони викликають інтенсивне подразнення органів дихання та слизових оболонок (сильний кашель, сльозотечу) та становлять найбільшу загрозу для життя людини. Сповільнюють евакуацію людей в задимлених приміщеннях.

В процесі горіння відбувається хімічна реакція оксидування горючих речовин та матеріалів. Небезпечною для життя людини уже вважається ситуація, коли вміст кисню в повітрі знижується до 14 % (норма 21 %). При

цьому втрачається координація рухів, появляється слабкість, запаморочення, загальмовується свідомість.

Під впливом високих температур та вибухів відбувається втрата несучої здатності будівельних конструкцій. При цьому люди можуть одержати значні механічні травми, опиняються під уламками завалених конструкцій. Внаслідок завалів евакуаційних виходів та руйнування шляхів евакуації евакуація може бути просто неможливою.

Витікання небезпечних речовин може виникнути внаслідок розгерметизації ємностей та трубопроводів з небезпечними рідинами та газами.

Паніка спричиняється швидкими змінами психічного стану людини в умовах екстремальної ситуації, як правило, депресивного характеру. Більшість людей потрапляють в складні та неординарні умови вперше і не мають відповідної психічної стійкості та достатньої підготовки. Коли дія факторів пожежі перевищує межу психофізіологічних можливостей людини, то вона піддається паніці. При цьому втрачається розсудливість, дії стають неконтрольованими та неадекватними ситуації, що виникла.

Вибухи збільшують площу горіння і можуть призводити до утворення нових вогнищ. Люди, що перебувають поблизу, можуть підпадати під дію вибухової хвилі, діставати ураження уламками.

Вибух – швидкоплинний фізичний або фізико-хімічний процес, що відбувається із значним виділенням енергії у обмеженому об'ємі за короткий проміжок часу. Ключовою ознакою вибуху є раптове збільшення тиску, яке, як правило, спричиняє виникнення ударної хвилі – тобто виникненню області різкого стискання атмосферного тиску з висотою, яка руйнує і розриває, яка у вигляді сферичної хвилі розповсюджується в усі боки від місця вибуху зі швидкістю, що перевищує швидкість звуку. Хвиля утворюється за рахунок величезної енергії, яка виділяється у зоні реакції, де температура винятково висока, а тиск досягає мільярдів атмосфер.

Вибух – надзвичайно швидке екзотермічне хімічне перетворення вибухонебезпечного середовища, яке супроводжується виділенням енергії та утворенням стиснених газів, що здатні виконувати роботу. Час вибуху становить 10^{-5} ступені... 10^{-6} ступені секунди, а швидкість його поширення досягає сотень-тисяч метрів на секунду.

Найбільш вибухо- та пожежонебезпечні суміші з повітрям утворюються при витоку газоподібних та зріджених вуглеводних продуктів метану, пропану, бутану, етилену, пропилену тощо.

Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть:

- з приміщень першого поверху назовні безпосередньо або через коридор, вестибюль, сходову клітку;
- з приміщень будь-якого поверху, крім першого, в коридори, що ведуть на сходову клітку (в тому числі через хол); при цьому сходові клітки повинні мати вихід назовні безпосередньо або через вестибюль, відділений від прилеглих коридорів перегородками з дверима;
- з приміщень в сусіднє приміщення на цьому ж поверсі, забезпечене

виходами, вказаними вище.

Евакуаційні виходи повинні розташовуватися розосереджено.

Максимальна віддаль l між найбільш віддаленими один від одного евакуаційними виходами з приміщення визначається за формулою:

$$l = 1,5 \cdot \sqrt{P}, \quad (4.10)$$

де P – периметр приміщення, м.

Число евакуаційних виходів повинно бути не менше двох. Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівель (приміщень). Допускається влаштування дверей з відчиненням усередину приміщення в разі одночасного перебування в ньому не більше 15 чоловік. При наявності людей у приміщенні Двері на шляхах евакуації повинні мати запори, що відкриваються без ключа.

Мінімальна ширина шляхів евакуації повинна складати не менше 1 м, дверей – 0,8 м. Віддаль від найвіддаленішої точки цеху або приміщення до евакуаційного виходу визначається згідно з ДБН В.1.1-7:2016 залежно від ступеня вогнестійкості приміщення та кількості людей, що евакуюються. Не допускається влаштовувати евакуаційні виходи через приміщення категорії А, Б та приміщення IV та V ступенів вогнестійкості.

На шляхах евакуації забороняється влаштовувати розсувні, обертальні та підйомні двері, турнікети.

Розрахунок необхідного часу евакуації з виробничих приміщень у випадку пожежі

Розрахунок необхідного часу евакуації проводиться в наступній послідовності. Спочатку знаходять значення параметру A , що залежить від схеми розвитку пожежі:

Кожна розрахункова схема розвитку пожежі в приміщенні характеризується значеннями двох параметрів A і n , які залежать від форми поверхні горіння, характеристик горючих речовин та матеріалів і визначаються в такий спосіб:

для горіння легкозаймистих та горючих рідин, розлитих на площі F :

– при горінні рідини зі сталою швидкістю (характерно для рідин, що легко випаровуються)

$$A = F \cdot \psi; \text{ при цьому приймаємо, що } n = 1, \quad (4.11)$$

де ψ – питома стала масова швидкість вигорання речовини, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

– при горінні рідини з несталою швидкістю

$$A = 0,67 \cdot \psi \cdot \frac{F}{\sqrt{\tau_{cm}}} ; \text{ при цьому приймаємо, що } n = 1,5, \quad (4.12)$$

де τ_{cm} – час становлення стаціонарного режиму вигорання рідини, с.

Значення τ_{cm} приймають у залежності від температури кипіння рідини: до 100 °С – 180 с; від 101 до 150 °С – 240 с; більше 150 °С – 360 с;

для кругового поширення полум'я поверхнею рівномірно розподіленого в горизонтальній площині горючого матеріалу

$$A = 1,05 \cdot \psi \cdot V_d^2 ; \text{ при цьому приймаємо, що } n = 3 \quad (4.13)$$

де V_d – лінійна швидкість поширення полум'я поверхнею горючого матеріалу, м/с.

для вертикальної або горизонтальної поверхні горіння у вигляді прямокутника, одна зі сторін якого збільшується у двох напрямках за рахунок поширення полум'я (наприклад, горизонтальне поширення вогню по театральній завісі після охоплення її полум'ям по всій висоті)

$$A = \psi \cdot V \cdot b ; \text{ при цьому приймаємо, що } n = 2, \quad (4.14)$$

де b – перпендикулярний до напрямку руху полум'я розмір зони горіння, м.

для вертикальної поверхні горіння, що має форму прямокутника (наприклад, горіння завіси, одиночних декорацій, горючих оздоблювальних або облицювальних матеріалів стін при запаленні знизу до моменту досягнення полум'ям верхнього краю матеріалу)

$$A = 0,667 \cdot \psi \cdot V_G \cdot V_B ; \text{ при цьому приймаємо, що } n = 3, \quad (4.15)$$

де V_G та V_B – середні значення горизонтальної та вертикальної швидкості поширення полум'я поверхнею матеріалу, м/с.

для поверхні горіння, що має форму циліндра (наприклад, горіння пакета декорацій або тканин, розташованих з деяким зазором):

$$A = 2,09 \cdot \psi \cdot V_G \cdot V_B ; \text{ при цьому приймаємо, що } n = 3. \quad (4.16)$$

Кожній розглянутій розрахунковій схемі присвоюється порядковий номер (індекс j);

та комплексу B, який залежить від об'єму приміщення та від теплоти згорання речовини, що горить:

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q}, \quad (4.17)$$

де Q – нижня теплота згоряння матеріалу, охопленого полум'ям (при розглянутій схемі), МДж/кг;

V – вільний об'єм приміщення, м³;

C_p – питома ізобарна теплоємність газу МДж/кг·К;

φ – коефіцієнт тепловтрат (від 0,2 до 0,25);

η – коефіцієнт повноти горіння, (0,95 для твердих горючих матеріалів та 0,75 для рідин).

Потім розраховується безрозмірний параметр z за формулою

$$z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right), \quad (4.18)$$

де H – загальна висота приміщення, м;

h – висота робочої зони, м. У розрахунках приймаємо $h = 1,8$ м.

Далі визначається критична тривалість пожежі для даної j -ої схеми розвитку за кожним з небезпечних факторів:

а) за підвищенням температури:

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_o}{(273 - t_o) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (4.19)$$

де t_o – початкова температура в приміщенні, $t_o = 20^\circ\text{C}$;

б) за втратою видимості внаслідок задимлення:

$$t_{кр}^B = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{t_o \cdot B \cdot D_m \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (4.20)$$

де α – коефіцієнт відбиття (альbedo) предметів на шляхах евакуації, приймаємо $\alpha = 0,3$;

E – початкова освітленість шляхів евакуації, лк, $E = 50$ лк;

D – димоутворююча здатність матеріалу, Нп·м²·кг⁻¹;

в) за зниженням вмісту кисню:

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (4.21)$$

де L_{O_2} – витрата кисню на спалення 1 кг матеріалу, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ (задається у вихідних даних);

г) за кожним з газоподібних токсичних продуктів горіння:

$$t_{кр}^{T.G.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (4.22)$$

де X – гранично припустимий вміст даного газу в атмосфері приміщення, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$
 $(X_{CO_2} = 0,11 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}; X_{CO} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}; X_{HCl} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3})$.

L – питомий вихід токсичних газів при згорянні 1 кг, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$, приймається:

– для твердих речовин $L_{CO_2} = 1,51; L_{CO} = 0,024$;

– для рідких речовин $L_{CO_2} = 2,92; L_{CO} = 0,148$.

З отриманих внаслідок розрахунків значень критичної тривалості пожежі вибирається мінімальне:

$$t_{кр} = \min(t_{кр}^T, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{П.В.}, t_{кр}^{T.G.}) \quad (4.23)$$

Необхідний час евакуації людей з даної робочої зони розглянутого приміщення розраховується з формули:

$$t_{нб} = k_{\sigma} \cdot t_{кр} \quad (4.24)$$

де k_{σ} – коефіцієнт безпеки, $k_{\sigma} = 0,8$.

Приклад. Розрахунок необхідного часу евакуації.

Вихідні дані для розрахунку:

вид горючої речовини – органічне скло

розміри приміщення 90 x 50 x 3 м

можлива площа поверхні горіння $F_{гор} = 60 \text{ м}^2$

питома масова швидкість вигорання $\Psi_F = 1,61 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ с})$

початкова температура повітря в приміщенні $t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

нижча теплота згорання $Q_n = 27670 \text{ кДж}/\text{кг}$;

висота робочої зони працюючих $h = 1,8 \text{ м}$;

коефіцієнт тепловтрат $\varphi = 0,2$;

коефіцієнт повноти горіння $\eta = 0,95$;

питома ізобарна теплоємність $C_p = 1,38 \text{ кДж}/(\text{кг К})$;

димоутворююча здатність $D_m = 750$

коефіцієнт відбиття $\alpha = 0,3$

рівень освітлення $E = 50 \text{ лк}$

питомі витрати кисню $L_{O_2} = 0,282$

питомий вихід токсичних газів $L_{CO_2} = 1,51$, $L_{CO} = 0,024$

$V_l = 0,025$ м/с

Розв'язання.

1. Визначаємо розмірний параметр A , що враховує кругове поширення полум'я поверхнею рівномірно розподіленого в горизонтальній площині горючого матеріалу:

$$A = 1,05 \cdot \psi \cdot V^2 = 1,05 \cdot 1,61 \cdot 0,25^2 \cdot 10^{-4} = 0,11 \cdot 10^{-4}.$$

При цьому, показник ступеня, що враховує зміну маси вигоряючого матеріалу у часі $n = 3$.

2. Визначаємо розмірний комплекс B , що залежить від теплоти згоряння матеріалу і вільного об'єму приміщення:

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot v}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q} = \frac{353 \cdot 0,00138 \cdot 90 \cdot 50 \cdot 1,2}{0,8 \cdot 0,95 \cdot 27,67} = 125.$$

3. Визначаємо безрозмірний параметр Z , що враховує нерівномірність розподілу небезпечних факторів пожежі по висоті приміщення

при $H \leq 6$ м,
$$z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right);$$

$$z = \frac{1,8}{3} \exp\left(1,4 \cdot \frac{1,8}{3}\right) = 1,39.$$

4. Визначаємо необхідний час евакуації за ознакою досягнення критичної температури:

$$t_{kpi}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_o}{(273 + t_o) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{125}{0,11 \cdot 10^{-4}} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - 20}{(273 + 20) \cdot 1,39} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 105 \text{ с.}$$

5. Визначаємо необхідний час евакуації за ознакою втрати видимості:

$$t_{kp}^B = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{(273 + t_o)} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{125}{0,11 \cdot 10^{-4}} \cdot \ln \left[1 - \frac{90 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot \ln(0,3 \cdot 1,05 \cdot 50)}{20 \cdot 125 \cdot 750 \cdot 1,39} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 39 \text{ с.}$$

6. Визначаємо необхідний час евакуації за ознакою досягнення критичної концентрації кисню:

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{125}{0,11 \cdot 10^{-4}} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{125 \cdot 0,228}{50 \cdot 90 \cdot 1,2} + 0,27 \right) \cdot 1,39} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 106 \text{ с.}$$

7. Визначаємо необхідний час евакуації за ознакою досягнення критичної концентрації токсичних газів:

$$t_{кр}^{T.G. CO} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = \left\{ \frac{125}{0,11 \cdot 10^{-4}} \cdot \ln \left[1 - \frac{90 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot 0,00116}{125 \cdot 0,024 \cdot 1,39} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = \infty$$

Отже, параметр безпечний.

$$t_{кр}^{T.G. CO_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{125}{0,11 \cdot 10^{-4}} \cdot \ln \left[1 - \frac{90 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot 0,11}{125 \cdot 1,51 \cdot 1,39} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = \infty$$

Отже, параметр безпечний.

Висновок: необхідний час евакуації складає $0,8 \cdot 39 \approx 31$ с.

Практичне завдання. Визначити необхідний час евакуації людей з приміщення.

Вихідні дані наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Вихідні дані до практичного завдання

№ варіанту	Вид горючої речовини	Масова швидкість вигорання	Питомі витрати кисню	Нижча теплота згорання	Розміри приміщення (довжина × ширина × висота)
		Ψ_F , кг/(м ² хв)	L_{O_2} , кг·кг ⁻¹	Q_n , кДж/кг	$a \times b \times H$
1	Папір	0,636	1,14	13400	90 × 60 × 4
2	Деревина у виробак	1,11	1,2	13800	100 × 70 × 3
3	Каучук синтетичний.	0,72	2,9	40200	60 × 60 × 4
4	Пінополіуретан	0,90	1,64	24300	90 × 50 × 3
5	Полістирол	1,14	2,92	39000	70 × 60 × 4
6	Поліетилен	0,62	3,08	47100	70 × 50 × 3
7	Гумові вироби	0,90	3,1	33500	90 × 40 × 4
8	Бавовна	0,318	1,07	15700	70 × 50 × 5
9	Ацетон	2,832	2,1	20000	90 × 50 × 5
10	Бензол	2,29	3	40900	70 × 40 × 5
11	Гас	2,298	3,17	43500	90 × 70 × 5
12	Мазут	2,10	3,12	39800	50 × 40 × 4

Закінчення таблиці 4.4.

13	Метанол	0,96	1,37	22700	70 × 50 × 5
14	Бутанол	0,81	2,67	36200	75 × 55 × 5
15	Толуол	2,30	2,86	41000	70 × 30 × 4
16	Целюлоза	3,45	3,16	16400	80 × 50 × 4
17	Деревина в штабелях	1,11	1,14	16600	70 × 35 × 5
18	Деревина соснова	1,15	1,14	18080	60 × 30 × 4
19	Каучук природний	0,72	2,9	44800	90 × 45 × 5
20	Масло рапсове	2,56	3,05	39900	50 × 25 × 5

Визначення фактичного часу евакуації

Існує три етапи евакуації. Перший етап – рух людей від найбільш віддаленої точки приміщення до евакуаційного виходу з нього (табл. 4.5). До таких приміщень належать виробничі цехи і майстерні, класи й аудиторії навчальних закладів тощо.

Другий етап – рух людей по евакуаційних виходах з приміщень до виходів на вулицю. Такий рух відбувається по коридорах, проходах і фойє до сходів і сходами через вестибюль назовні.

Третій етап – рух людей від виходу з будівлі і розсіювання їх на території підприємства.

Розрахунковий час евакуації (t_p , хв.) треба визначати як суму часу руху людського потоку по окремих ділянках шляху за формулою:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n, \quad (4.25)$$

де t_1 – час руху людського потоку на початковій ділянці, хв.;

t_2, \dots, t_n – час руху людського потоку на кожній з наступних після першої ділянок шляху, хв.

Час руху людського потоку по першій ділянці шляху треба визначати за формулою:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (4.26)$$

де v_1 – швидкість руху людського потоку горизонтальним шляхом на першій ділянці; визначається за табл. 4.9, залежно від щільності D , м/хв.

Щільність людського потоку D на першій ділянці шляху, завдовжки l_1 та шириною δ_1 , треба визначати за формулою:

$$D = (N_1 \cdot f) / (l_1 \cdot \delta_1), \quad (4.27)$$

де N_1 – кількість людей на першій ділянці, чол.;

f – середня площа горизонтальної проекції людини.

Значення швидкості людського потоку на наступних ділянках шляху приймається залежно від значення інтенсивності руху людського потоку v_i по кожній з цих ділянок, які треба визначити, у тому числі і для дверних прорізів, розраховується за формулою:

$$q_i = q_{i-1} \cdot \delta_{i-1} / \delta_i, \quad (4.28)$$

де q_i, q_{i-1} – значення інтенсивності руху людського потоку на ділянках шляху, що розглядається, і попередній, м/хв.;
 δ_i, δ_{i-1} – ширина розглянутої та попередньої ділянок шляху, м.

Таблиця 4.5 – Відстань від найвіддаленішого місця до найближчого евакуаційного виходу із приміщень назовні (за СНиП 2.09.02-85*)

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості споруд	Відстань, м, за щільності людського потоку у загальному проході, чол/м ²		
			до 1	більше 1 до 3	більше 3 до 5
1	2	3	4	5	6
до 15	А, Б	I, II, IIIа	40	25	15
	В	I, II, III, IIIа	100	60	40
		IIIб, IV, V	70 50	40 30	30 20
30	А, Б	I, II, IIIа	60	35	25
	В	I, II, III, IIIа	145	85	60
		IIIб, IV	100	60	40
40	А, Б	I, II, IIIа	80	50	35
	В	I, II, III, IIIа	160	95	65
		IIIб, IV	110	65	45
50	А, Б	I, II, IIIа	120	70	50
	В	I, II, III, IIIа	180	105	75
60 і більше	А, Б	I, II, IIIа	140	85	60
60	В	I, II, III, IIIа	200	110	85
80 і більше	В	I, II, III, IIIа	240	140	100
Незалежно від об'єму	Г, Д	I, II, III, IIIа	Не обмежується		
		IIIб, IV, V	160 120	95 70	65 50

Ширину евакуаційного виходу (двері) з приміщення слід приймати в

залежності від загальної кількості людей, що евакуюються через цей вихід і кількості людей на 1 м ширини виходу (двері), встановлено табл. 4.7, але не менше 0,9 м при наявності в числі працюючих інвалідів з порушенням опорно-рухового апарату.

Таблиця 4.6 – Відстань по коридору до виходу назовні або в найближчу сходову клітку

Розташування виходу	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості будівлі	Відстань по коридору, м до виходу назовні або в найближчу сходову клітку при щільності людського потоку в коридорі, люд/м ²			
			До 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5
Між двома виходами назовні або сходовими клітками	А, Б	I, II, IIIa	60	50	40	35
		IIIa	120	95	80	65
	В	IIIб, IV	85	65	55	45
		V	60	50	40	35
		Г, Д	I, II, III, IIIa	180	140	120
	IIIб, IV		125	100	85	70
V	90		70	60	50	
В тупиковий коридор	Незалежно від категорії	I, II, III, IIIa	30	25	20	15
		IIIб, IV	20	15	15	10
		V	15	10	10	8

Таблиця 4.7 – Ширина евакуаційного виходу

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості будівлі	Кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу (двері), людей
15	А, Б	I, II, IIIa	45
		I, II, III, IIIa	110
	В	IIIб, IV	75
		V	55
30	А, Б	I, II, IIIa	65
	В	I, II, III, IIIa	155
		IIIб, IV	110
40	А, Б	I, II, IIIa	85
	В	I, II, III, IIIa	175
		IIIб, IV	120
50	А, Б	I, II, IIIa	130
	В	I, II, III, IIIa	195
		IIIб, IV	135
60 і більше	А, Б	I, II, IIIa	150
	В	I, II, III, IIIa	220
		IIIб, IV	155
80 і більше	В	I, II, IIIa	260
Незалежно від об'єму	Г, Д	I, II, IIIa	260
		IIIб, IV	180
		V	130

Значення інтенсивності руху людського потоку на першій ділянці шляху q_1 визначають за значенням D , знайденим за формулою (4.31).

Коли значення q_i , визначене за формулою, є меншим або дорівнює значенню q_{max} , то час руху по ділянках шляху треба приймати за формулою:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}. \quad (4.29)$$

При цьому значення q_{max} треба приймати: для горизонтального шляху – 16,5 м/хв.; дверних прорізів – 19,6 м/хв.; сходів униз – 16 м/хв.; сходів угору – 11 м/хв.

Коли значення q_i , визначене за формулою, є більшим за q_{max} , тоді ширину δ_i даної i -ї ділянки шляху треба збільшити на таку величину, щоб виконувалася умова:

$$q_i < q_{max}. \quad (4.30)$$

За неможливості виконання цієї умови, інтенсивність і швидкість руху людського потоку цією ділянкою шляху визначається за табл. 4.9 за значення щільності $D \geq 0,9$.

При злитті на початку ділянки i двох і більше людських потоків інтенсивність руху визначається за формулою:

$$q_i = (\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}) / \delta_i, \quad (4.31)$$

де q_{i-1} – інтенсивність руху людських потоків, злитих на початку ділянки, м/хв.;

δ_{i-1} – ширина ділянки шляху до злиття, м;

δ_i – ширина ділянки шляху, що розглядається, м.

Визначивши таким чином час руху на кожній ділянці шляху евакуації за формулою, визначають розрахунковий час евакуації t_p .

Необхідний час евакуації людей $t_{нб}$ з приміщень виробничих будівель I, II, III ступенів вогнестійкості приймається залежно від категорії виробничих приміщень за вибуховою, вибухо- та пожежною небезпекою та їх об'ємом за табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Необхідний час евакуації з виробничих будівель I, II, III ступенів вогнестійкості

Категорії будівель	Необхідний час евакуації, хв., залежно від об'єму приміщення, тис. м ³				
	до 15	30	40	50	60 і більше
А, Б	0,5	0,75	1,0	1,5	1,75
В	1,25	2,0	2,0	2,5	3,0
Г, Д	Не обмежується				

Відстань по коридору від дверей найбільш видаленого приміщення площею не більше 1000 м^2 до найближчого виходу назовні або у сходову клітку не повинно перебільшувати значень наведених в табл. 4.5.

При розташуванні на одному поверсі приміщень різних категорій відстань по коридору від дверей найбільш віддаленого приміщення до виходу назовні або в найближчу сходову клітку визначається за більш небезпечною категорією.

Таблиця 4.9 – Швидкість та інтенсивність руху людського потоку залежно від його щільності D

Щільність людського потоку D $\text{м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальний Шлях		Дверний отвір інтенсивність руху, $\text{м}^2/\text{хв}$	Сходи вниз		Сходи вгору	
	Швидкість руху, $\text{м}/\text{хв}$	Інтенсивність руху, $\text{м}^2/\text{хв}$		Швидкість руху $\text{м}/\text{хв}$	Інтенсивність руху, $\text{м}^2/\text{хв}$	Швидкість руху, $\text{м}/\text{хв}$	Інтенсивність руху, $\text{м}^2/\text{хв}$
0,01	100	1	1	100	1	60	0,6
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,1	80	8	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12	13,4	68	13,6	40	8
0,3	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,5	22	11
0,6	27	16,2	19	24	14,4	18	10,8
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,9 і більше	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Приклад виконання завдання.

Механічний цех, який за вибухопожежною та пожежною безпекою належить до категорії Д, розташований в одноповерховій будівлі зі ступенем вогнестійкості ШБ. Один центральний поздовжній проїзд шириною 4,5 м та шість поперечних проходів шириною 1,5 м поділяють цех на вісім ділянок. З обох боків проїзду встановлено ворота з дверима для проходу людей, які в умовах вимушеної евакуації відіграють роль евакуаційних виходів. У найчисленнішій зміні працює 1000 працівників.

Визначити відповідність заходів евакуації людей із приміщення механічного цеху встановленим нормам пожежної безпеки та розрахувати можливий час евакуації.

Вихідні дані:

кількість працівників у найчисленнішій зміні – 1000;

довжина цеху $a = 120 \text{ м}$;

ширина цеху $b = 60 \text{ м}$;

висота цеху $h = 10 \text{ м}$.

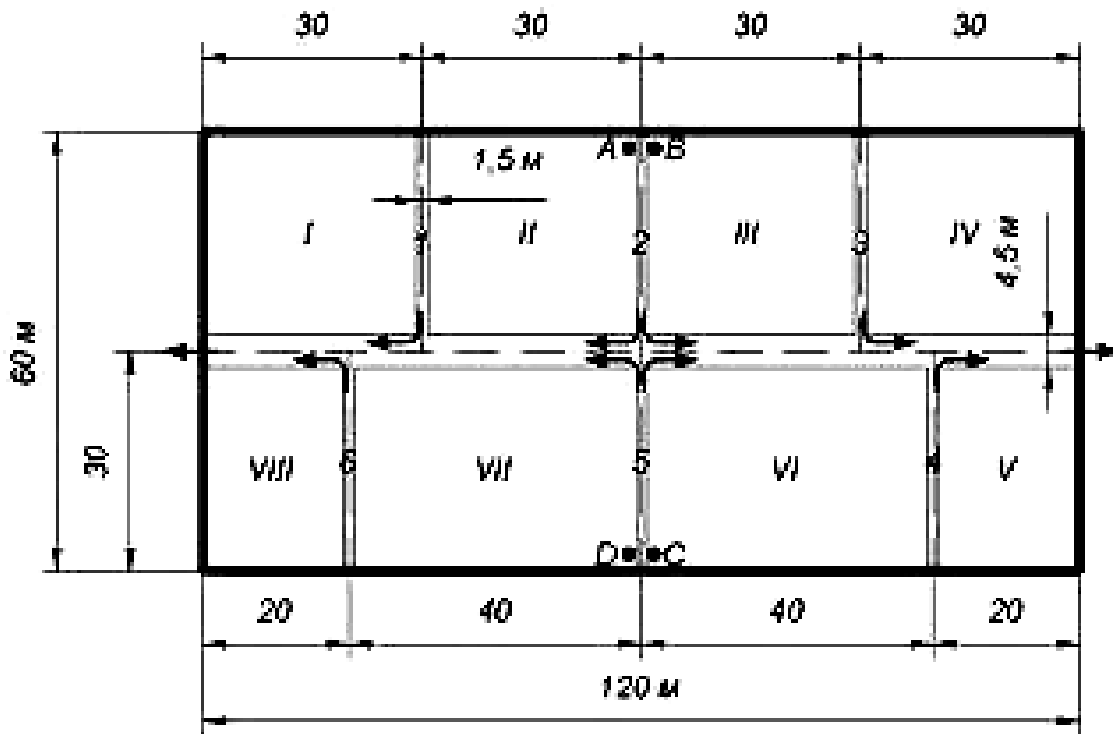


Рисунок 4.2 – Загальний схематичний план цеху

Кількість працівників, які можуть опинитися в цеху у службових справах, становить 5 % загальної кількості працівників.

Розв'язання.

1. Визначаємо загальну кількість працівників, які можуть перебувати в цеху, з урахуванням людей які можуть опинитися у цеху за службовими справами:

$$1000 + 0,05 \cdot 1000 = 1050 \text{ осіб.}$$

2. Оскільки проходи поділяють цех на дві половини з майже однаковою кількістю працівників, приймаємо, що на один евакуаційний вихід припадає 525 працівників

3. Найвіддаленішими від евакуаційних виходів є робочі місця, умовно позначені на рис. 1 точками А, В, С, D. Відстані від цих робочих місць до евакуаційних виходів однакові й становлять 90 м (30 + 60).

4. Перевіримо, чи відповідає це значення нормативним даним, регламентованим СНиП 2.09.02-85*. Для цього визначимо щільність людського потоку в загальному проході D. Оскільки на один прохід припадає 525 працівників, а його площа від найвіддаленіших робочих місць:

$$S = 60 \cdot 4,5 + 30 \cdot 1,5 = 315 \text{ м}^2,$$

щільність людського потоку D становитиме:

$$D = \frac{N}{S} = \frac{525}{315} = 1,67 \approx 2 \text{ працівника/м}^2.$$

Відповідно до СНиП 2.09.02-85* максимально допустима відстань від найвіддаленішого робочого місця до евакуаційного виходу з приміщення при такому значенні D та об'ємі цеху 72000 м^3 становить 95 м. У розглядуваному випадку ця вимога дотримується.

5. Визначимо необхідну ширину евакуаційного виходу, якщо відомо, що нормована кількість працівників на 1 м ширини такого виходу становить 180 (див. табл. 4.8) а на кожний вихід припадає 525 працівників: $B = 525 / 180 = 2,9 \text{ м}$; це відповідає вимозі, тому що ширина воріт, яка дорівнює ширині проїзду, становить 4,5 м.

6. Визначимо розрахунковий час евакуації з механічного цеху $t_{\text{евак. розр}}$, урахувавши, що найбільший він буде для працівників найвіддаленіших робочих місць. Оскільки на ділянках II та III працює відповідно 95 та 115 працівників, а на ділянках VI та VII — відповідно 130 та 140 працівників, то розрахунок виконуємо для робочих місць С та D, попередньо прийнявши, що через прохід 5 виходитиме половина працівників ділянок VI та VII (інші працівники цих ділянок виходитимуть через проходи 4 та 6). Таким чином,

$$t_{\text{евак. розр}} = t_1 + t_2,$$

де t_1, t_2 — час евакуації працівників ділянок відповідно VI, VII проходом 5 і III–VI проїздом до виходу, хв.

7. Визначимо щільність людського потоку у проході 5 (D_1) та проїзді цеху (D_2) за формулою (4.27):

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1} = \frac{\left(\frac{130}{2} + \frac{140}{2}\right) \cdot 0,125}{30 \cdot 1,5} = 0,36$$
$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f}{l_2 \cdot \delta_2} = \frac{525 \cdot 0,125}{60 \cdot 4,5} = 0,24 \text{ м}^2/\text{м}^2.$$

За одержаними значеннями визначаємо швидкість людського потоку у проході 5 ($v_1 = 40 \text{ м/хв}$) та проїзді цеху ($v_2 = 47 \text{ м/хв}$).

Визначаємо:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{30}{40} = 0,75 \text{ хв},$$

$$t_2 = \frac{l_2}{v_2} = \frac{60}{47} = 1,27 \text{ хв.}$$

Таким чином, розрахунковий час евакуації працівників із механічного цеху становить близько 2 хв, необхідний же час евакуації при заданих умовах не обмежується (табл. 4.8).

Практичне завдання. За отриманим від викладача завданням та додатковими матеріалами провести розрахунок часу евакуації людей з виробничих приміщень. План будівлі наведений на рис. 4.3. Вихідні дані представлені в табл. 4.6.

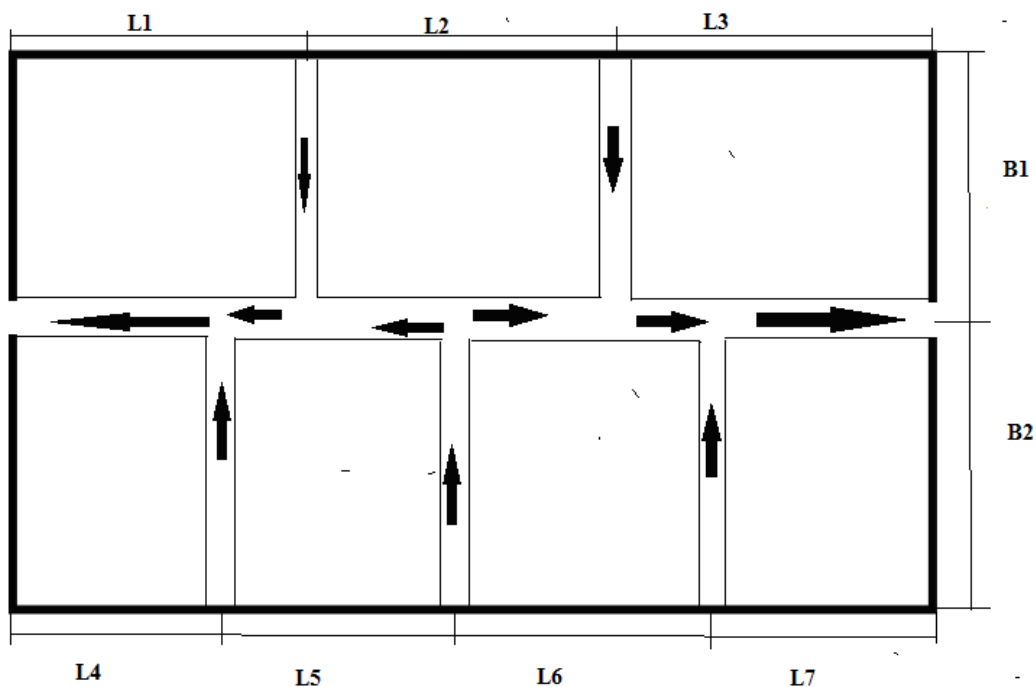


Рисунок 4.3 - План цеху до розрахунку фактичного часу евакуації

Таблиця 4.10 – Вихідні дані до розрахунків

№ варіанту	Розміри приміщення, м			Категорія виробництва	Кількість людей в змін
	Довжина L	Ширина B	Висота H		
1	2	3	4	5	6
1	120	60	10	А	1200
2	140	70	8	Б	1500
3	100	50	6	В	1000
4	80	40	4	Д	800
5	120	80	6	Д	1200
6	160	80	8	В	1800
7	10	70	10	Б	1300
8	90	50	4	А	750
9	120	100	8	Б	1100

Закінчення таблиці 4.10.

1	2	3	4	5	6
10	140	80	10	В	1600
11	120	60	4	Д	1000
12	140	70	6	А	1300
13	100	50	10	В	1400
14	80	40	8	Д	900
15	120	80	6	А	1200
16	160	80	4	Б	1700
17	10	70	6	Д	1000
18	90	50	8	А	1200
19	120	100	10	Б	1400
20	140	80	4	В	1000

4.3 Складання планів евакуації

Відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні НАПБ А.01.001:2014 на об'єктах з постійним або тимчасовим перебуванням на них 100 і більше осіб або таких, що мають хоча б одне окреме приміщення із одночасним перебуванням 50 і більше осіб (далі – об'єкти з масовим перебуванням людей), у будинках та спорудах (крім житлових будинків), котрі мають два поверхи і більше, у разі одночасного перебування на поверсі більше 25 осіб, а для одноповерхових – більше 50 осіб, мають бути розроблені і вивішені на видимих місцях плани (схеми) евакуації людей на випадок пожежі.

На об'єктах з масовим перебуванням людей, які є навчальними (у тому числі дошкільними) закладами, закладами охорони здоров'я із стаціонаром, будинками для людей похилого віку та інвалідів, санаторіями і закладами відпочинку, розважальними, культурно-освітніми та видовищними закладами, критими спортивними будинками і спорудами, готелями, мотелями, кемпінгами, торговими підприємствами та іншими аналогічними за призначенням об'єктами з масовим перебуванням людей, на доповнення до схематичного плану евакуації повинна бути розроблена та затверджена керівником інструкція, що визначає дії персоналу щодо забезпечення безпечної та швидкої евакуації людей, за якою не рідше одного разу на півроку мають проводитися практичні тренування всіх задіяних працівників. Для об'єктів, у яких передбачається перебування людей уночі, інструкції повинні передбачати також дії у нічний час.

У разі зміни планування або функціонального призначення будинків (приміщень, споруд), технології виробництва, штатного розкладу персоналу плани евакуації та інструкції повинні бути відкориговані.

Кількість та розміри евакуаційних виходів з будівель і приміщень, їхні конструктивні й планувальні рішення, умови освітленості, забезпечення незадимленості, протяжність шляхів евакуації, їх облицювання (оздоблення) повинні відповідати вимогам ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди», ДБН В.2.2-15-2018 «Житлові будинки», СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания»,

ДБН В.2.3-15:2007 «Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів», ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення», інших будівельних норм за видами будинків та споруд.

У разі розміщення технологічного, експозиційного та іншого обладнання у приміщеннях повинні бути забезпечені евакуаційні проходи до сходових кліток та інших шляхів евакуації відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди», ДБН В.2.2-15-2018 «Житлові будинки», СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания», ДБН В.2.3-15:2007 «Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів», ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення», інших будівельних норм за видами будинків та споруд.

Розміщення крісел в актових і конференц-залах, залах зборів і нарад та в інших подібних приміщеннях повинно відповідати вимогам ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди», ДБН В.2.2-13-2003 «Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди», ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення», ДБН В.2.2-16:2019 «Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади».

Загальні рекомендації щодо розроблення планів евакуації

Плани евакуації повинні складатися зважаючи на особливості поведінки людей при пожежі, об'ємно-планувальні вирішення будівлі (розміри і тип комунікаційних доріг і тому подібне) надійності доріг евакуації (наприклад, в будівлі серед декількох сходових кліток, деякі надійніші оскільки постійно експлуатуються, завжди відкриті, мають протидимний захист). Слід також враховувати потужності сформованих людських потоків, режим експлуатації будівлі, що склався, активні і пасивні системи пожежної безпеки. При складанні плану евакуації рекомендується спиратися на розрахунок динаміки небезпечних чинників пожежі і параметрів руху людей.

Вимоги до розроблення загальнооб'єктових та індивідуальних планів евакуації

1) Загальнооб'єктові плани евакуації

Графічна частина.

Викреслюються плани будівлі, які не повинні захаращуватися другорядними деталями; складається схема евакуації людей: суцільними зеленими стрілками показують основні дороги евакуації, що рекомендуються; пунктирними стрілками вказують запасні (другорядні) дороги евакуації. На планах евакуації має бути умовними знаками показано розміщення вогнегасників, пожежних кранів, телефонів, місць включення систем пожежної автоматики і ін.

Для поліпшення умов просторової орієнтації під час розроблення

індивідуальних планів евакуації слід використовувати знак «Ви перебуваєте тут», вказавши на це в примітці до плану.

Допускається заштрихованими ділянками на шляхах евакуації вказувати зони, які заборонено захаращувати. Штрихування виконують зеленим кольором.

Текстова частина

Виконується у вигляді таблиці (№ п/п перелік і порядок дій, виконавець). Також може оформлятися у вигляді інструкцій або пам'яток про дії при пожежі. У документі мають бути відзначені наступні моменти:

- оповіщення про пожежу;
- організація евакуації;
- перевірка - чи всі люди покинули приміщення;
- перевірка спрацьовування систем пожежної автоматики.

Дії в разі не спрацьовування систем автоматики:

- гасіння пожежі;
- евакуація майна.

Призначати виконавців слід виходячи з можливостей людей. При відпрацюванні плану евакуації слід проводити хронометраж. Необхідно передбачати дублювання. Під таблицею мають бути підписи осіб, що склали план евакуації і підпису співробітників, ознайомих з ним.

2) Індивідуальний план евакуації

Різновидом загального плану евакуації є індивідуальний план евакуації, розробка якого потрібна для кожного кабінету, класної кімнати.

Індивідуальний план евакуації містить графічну і текстову частини.

Графічна частина.

Графічна частина складається так само, як для загального плану евакуації, але дороги евакуації наносять для конкретної кімнати, кабінету.

Текстова частина.

Текстова частина індивідуального плану евакуації містить перелік дій відвідувачів на випадок пожежі і коротку пам'ятку про заходи пожежної безпеки.

Згідно з правилами пожежної безпеки в Україні на об'єктах з масовим перебуванням людей (50 і більш за чоловік) практичні тренування по відпрацюванню планів евакуації повинні проводитись не рідше за один раз в півріччя.

Згідно з правилами пожежної безпеки в Україні, практичне відпрацювання інструкцій і планів евакуації повинні проводитись:

- в будівлях і спорудах (окрім житлових будинків) – не рідше за один раз в півріччя;
- на об'єктах з масовим перебуванням людей (50 осіб і більш) – не рідше за один раз в квартал;
- в школах і дитячих дошкільних установах – не рідше за один раз в місяць.

Проведення навчань про відпрацювання планів та інструкцій фіксується в журналі відпрацювання плану евакуації. У журнал заносяться: дата проведення навчань, ввідна інформація (наприклад, спрацьовування систем пожежної автоматики або виявлення пожежі (ознак пожежі співробітником), загальний час евакуації, хронометраж окремих епізодів евакуації, а також виявлені недоліки і позитивні приклади дій людей при пожежі. На підставі висновків з проведення евакуації, приймаються заходи по підвищенню рівня пожежної безпеки будівлі.

Приклад виконання практичного завдання.

Скласти план евакуації з приміщень будівлі, що приведена на рисунку 4.4.

Графічна частина

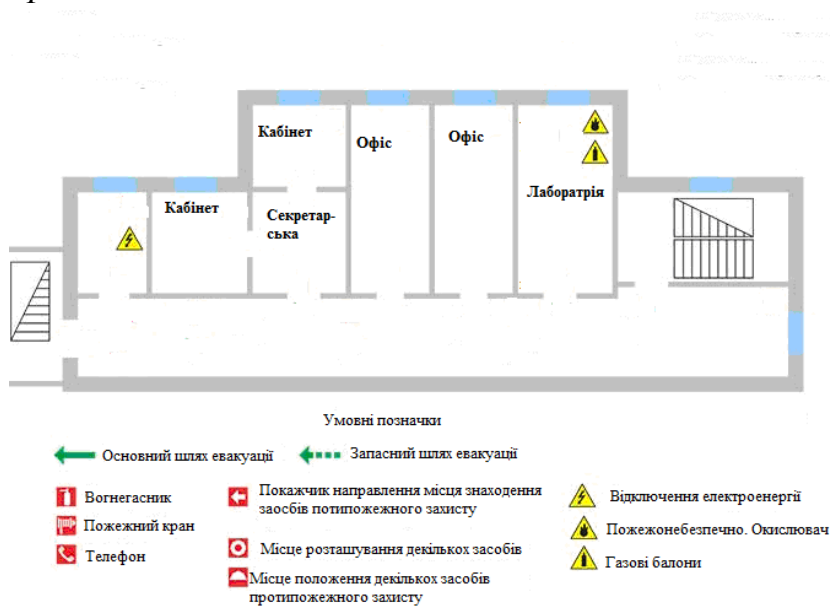


Рисунок 4.4 – План будівлі

Розв'язання.



Рисунок 4.5 – Графічна частина плану евакуації.

**Інструкція про дії працівників навчальних закладів
при евакуації у разі виникнення пожежі**

1. Дії працівників у разі виявлення пожежі

Кожен працівник навчального закладу, який виявив пожежу або її ознаки (задимлення, запах горіння або тління різних матеріалів тощо), зобов'язаний:

- негайно повідомити про це за телефоном **101** до пожежної охорони (при цьому слід чітко назвати адресу навчального закладу, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, наявність людей у будівлі, а також свою посаду та прізвище);

- за потреби викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо);

- сповістити про пожежу керівника навчального закладу або працівника, що його заміщує;

- розпочати (якщо є можливість) ліквідацію осередку загоряння за допомогою первинних засобів пожежогасіння до прибуття пожежних підрозділів;

- розпочати евакуацію учнів з будівлі до безпечного місця згідно із затвердженим керівником навчального закладу планом евакуації і залучити до евакуації інших осіб;

- організувати зустріч пожежних підрозділів.

1.1. **Керівник** навчального закладу (призначена наказом відповідальна особа), який прибув на місце пожежі, зобов'язаний:

- перевірити, чи повідомлено підрозділи пожежної охорони про виникнення пожежі (продублювати повідомлення);

- інформувати обласне, міське, районне управління освіти про виникнення пожежі;

- здійснювати керівництво евакуацією людей та гасінням пожежі до прибуття пожежних підрозділів; евакуацію людей слід починати з приміщення, у якому виникла пожежа, і суміжних з ним приміщень, яким загрожує небезпека поширення вогню і продуктів горіння;

- у разі загрози для життя людей негайно організувати їх рятування, використовуючи для цього всі наявні сили і засоби;

- за потреби викликати до місця пожежі медичну та інші служби;

- організувати виведення з небезпечної зони всіх учнів, а також працівників, які не задіяні в евакуації людей та ліквідації пожежі;

- організувати відключення мереж електро- і газопостачання, зупинку систем вентиляції та кондиціонування повітря і здійснення інших заходів, які сприяють запобіганню поширенню пожежі;

- виставити пости безпеки на входах у будівлю, де виникла пожежа, щоб

унеможливити повернення учнів і працівників до цієї будівлі;

- організувати перевірку наявності всіх учасників навчально-виховного процесу, евакуйованих з будівлі, за списками і журналами обліку навчальних занять;

- виділити для зустрічі пожежних підрозділів особу, яка добре знає розміщення під'їзних шляхів та вододжерел (пожежних гідрантів, водойм тощо);

- припинити всі роботи, не пов'язані із заходами щодо ліквідації пожежі;

- забезпечити безпеку людей, які беруть участь в евакуації та гасінні пожежі, від можливих обвалів конструкцій, дії токсичних продуктів горіння і підвищеної температури, ураження електрострумом тощо;

- організувати евакуацію матеріальних цінностей із небезпечної зони, визначити місця їх складування і забезпечити, за потреби, їх охорону;

- інформувати керівника пожежного підрозділу про наявність людей у будівлі.

1.2. Працівник охорони, який знаходиться момент виникнення пожежі на посту, зобов'язаний:

- відчинити основний та запасні виходи з будівлі;

- надавати консультативну допомогу керівникові гасіння пожежі щодо місцезнаходження того чи того обладнання, кнопок вмикання насосів-підвищувачів, запасних виходів, виходів на горище тощо.

2. Дії вчителя після отримання сигналу про евакуацію

2.1. Після отримання сигналу про евакуацію вчитель зобов'язаний:

- припинити заняття;

- знеструмити електричні прилади та обладнання, вимкнути світло і зачинити вікна у приміщенні, де проводилося заняття;

- у разі значного задимлення видати учням наявні у кабінеті засоби індивідуального захисту – марлеві пов'язки;

- зберігати спокій, не спричинювати виникнення паніки;

- у найкоротший час вивести учнів найбезпечнішими евакуаційними шляхами і виходами з будівлі відповідно до плану евакуації, ретельно перевіряючи кабінет, щоб унеможливити перебування учнів у небезпечній зоні.

2.2. Після виходу з будівлі вчитель повинен привести учнів на збірний пункт і перевірити їх наявність за списком згідно журналу. Про відсутність кого-небудь із учнів вчитель має повідомити керівника навчального закладу (призначену керівником відповідальну особу).

2.3. Вчителю не можна залишати учнів без нагляду з моменту виявлення пожежі та до її ліквідації.

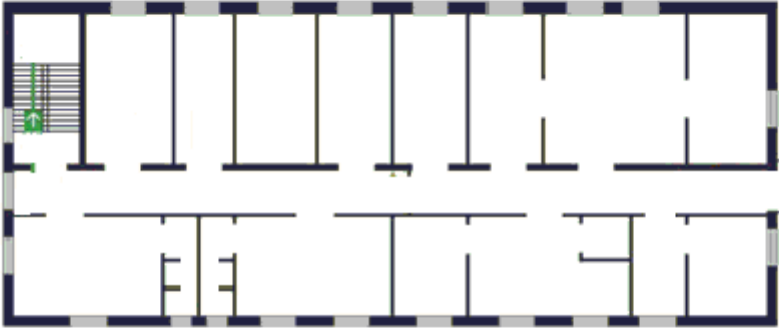
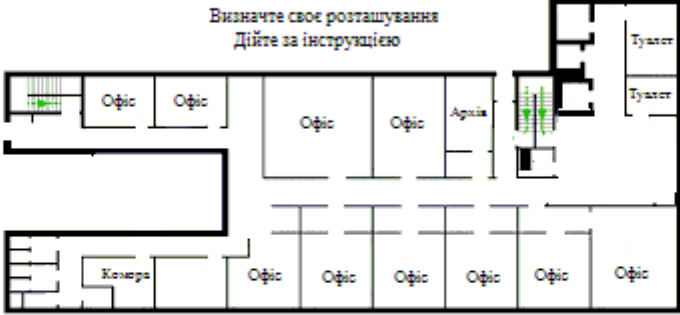
Практичне завдання.

Скласти план евакуації з приміщення на випадок пожежі. Вихідні дані до виконання завдання наведені в табл. 4.11

Таблиця 4.11 – Плани будівель до складання планів евакуації

№ варіанту	Схема
1,6,11, 16	<p style="text-align: center;">ПЛАН ЕВАКУАЦІЇ із стоматологічної клініки</p> <p style="text-align: right;">ЗАТВЕРДЖУЮ Директор клініки " " " 202X</p> <ul style="list-style-type: none"> — Основний шлях евакуації ➔ Напрямок руху до евакуаційного виходу EXIT Евакуаційний вихід EXIT Запасний евакуаційний вихід + Аптечка першої медичної допомоги ■ Вогнегасник ☎ Телефон ⏻ Кнопка включення ● Ви знаходитесь тут ⚡ Електрощит
2, 7, 12, 17	<p style="text-align: center;">ПЛАН ЕВАКУАЦІЇ ПРИ ПОЖЕЖІ ЛЮДЕЙ І МАТЕРІАЛЬНИХ ЦІННОСТЕЙ ООО "Роги та копита"</p> <p style="text-align: center;">Другий поверх</p> <p style="text-align: right;">Затверджую Головний директор ООО "Роги та копита" З.И.Фукс " " " 20__ р.</p> <p style="text-align: center;">Умовні позначки</p> <ul style="list-style-type: none"> — Основний шлях евакуації ➔ Напрямок руху до евакуаційного виходу EXIT Евакуаційний вихід EXIT Запасний евакуаційний вихід + Аптечка першої медичної допомоги ■ Вогнегасник ☎ Телефон ⏻ Кнопка включення ● Ви знаходитесь тут ⚡ Електрощит

Продовження таблиці 4.11

<p>3, 8, 13, 18</p>	<div style="text-align: center;"> <h3>ПЛАН ЕВАКУАЦІЇ</h3> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Затверджую Директор " " _____ 20__ </div>  <p>Умовні позначки</p> <table border="0"> <tr> <td> Основний шлях евакуації</td> <td> Запасний евакуаційний вихід</td> <td> Телефон</td> <td> Електрошит</td> </tr> <tr> <td> Напрямок руху до евакуаційного виходу</td> <td> Аптечка першої медичної допомоги</td> <td> Кнопка вимкнення</td> <td></td> </tr> <tr> <td> Евакуаційний вихід</td> <td> Вогнегасник</td> <td> Ви знаходитесь тут</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Основний шлях евакуації	Запасний евакуаційний вихід	Телефон	Електрошит	Напрямок руху до евакуаційного виходу	Аптечка першої медичної допомоги	Кнопка вимкнення		Евакуаційний вихід	Вогнегасник	Ви знаходитесь тут	
Основний шлях евакуації	Запасний евакуаційний вихід	Телефон	Електрошит										
Напрямок руху до евакуаційного виходу	Аптечка першої медичної допомоги	Кнопка вимкнення											
Евакуаційний вихід	Вогнегасник	Ви знаходитесь тут											
<p>4, 9, 14, 19</p>	<div style="text-align: center;"> <h3>ПЛАН ЕВАКУАЦІЇ</h3> <p>Узгоджено _____</p> <p>Затверджую _____</p> <p>1 Поверх Офісний центр Зорієнтуйтеся на плані Визначте своє розташування Дійте за інструкцією</p>  <p>Умовні позначки</p> <table border="0"> <tr> <td> Основний шлях евакуації</td> <td> Запасний евакуаційний вихід</td> <td> Телефон</td> <td> Електрошит</td> </tr> <tr> <td> Напрямок руху до евакуаційного виходу</td> <td> Аптечка першої медичної допомоги</td> <td> Кнопка вимкнення</td> <td></td> </tr> <tr> <td> Евакуаційний вихід</td> <td> Вогнегасник</td> <td> Ви знаходитесь тут</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Основний шлях евакуації	Запасний евакуаційний вихід	Телефон	Електрошит	Напрямок руху до евакуаційного виходу	Аптечка першої медичної допомоги	Кнопка вимкнення		Евакуаційний вихід	Вогнегасник	Ви знаходитесь тут	
Основний шлях евакуації	Запасний евакуаційний вихід	Телефон	Електрошит										
Напрямок руху до евакуаційного виходу	Аптечка першої медичної допомоги	Кнопка вимкнення											
Евакуаційний вихід	Вогнегасник	Ви знаходитесь тут											

Закінчення таблиці 4.11



4.4 Вибір типів та визначення необхідної кількості вогнегасників

Класи пожеж

Комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі, що виникла, називається пожежогасінням.

Основою пожежогасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці використовують декілька способів припинення горіння.

Спосіб охолодження ґрунтується на тому, що горіння речовини можливе тільки тоді, коли температура її верхнього шару вища за температуру його запалювання. Якщо з поверхні горючої речовини відвести тепло, тобто охолодити її нижче температури запалювання, горіння припиняється.

Спосіб розведення базується на здатності речовини горіти при вмісті кисню у атмосфері більше 14-16% за об'ємом. Зі зменшенням кисню в повітрі нижче вказаної величини полум'яне горіння припиняється, а потім припиняється і тління внаслідок зменшення швидкості окислення. Зменшення концентрації кисню досягається введенням у повітря інертних газів та пари ззовні або розведенням кисню продуктами горіння (у ізольованих приміщеннях).

Спосіб ізоляції ґрунтується на припиненні надходження кисню повітря до речовини, що горить. Для цього застосовують різні ізолюючі вогнегасні речовини (хімічна піна, порошок та інше).

Спосіб хімічного гальмування реакцій горіння полягає у введенні в зону горіння галоїдно-похідних речовин (бромисті метил та етил, фреон та інше), які ігри потраплянні у полум'я розпадаються і з'єднуються з активними центрами, припиняючи екзотермічну реакцію, тобто виділення тепла. У результаті цього процес горіння припиняється.

Спосіб механічного гасіння полум'я сильним струменем води, порошку чи газу.

Спосіб вогнеперешкоди заснований на створенні умов, за яких полум'я не поширюється через вузькі канали, переріз яких менше критичного.

Реалізація способів припинення горіння досягається використанням вогнегасних речовин та технічних засобів. До вогнегасних належать речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створювати умови для припинення горіння. Серед них найпоширенішими є вода, водяна пара, піна, газові вогнегасні склад и, порошки, пісок, пожежостійкі тканини тощо. Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів. Наприклад, для охолодження використовують воду, водні розчини, снігоподібну вуглекислоту; для розведення горючого середовища – двооксид вуглецю, інертні гази, водяну пару; для ізоляції вогнища – піну, пісок; хімічне гальмування горіння здійснюється за допомогою брометилу, хладону, спеціальних порошків.

Вибір вогнегасної речовини залежить від характеру пожежі, властивостей і агрегатного стану речовин, що горять, параметрів пожежі (площі, інтенсивності, температури горіння тощо), виду пожежі (у закритому або відкритому повітрі), вогнегасної здатності щодо гасіння конкретних речовин та матеріалів, ефективності способу гасіння пожежі.

У зв'язку з цим існує чітка класифікація пожеж ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» який відповідає європейському першоджерелу EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT.в залежності від горючої речовини, визначає п'ять класів пожеж А, В, С, D, F, а Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників, затверджені наказом МВС України № 25 від 15.01.2018 р. додають ще й шостий клас Е – пожежі на електроустановках, що перебувають під напругою до 1000 В.

Первинні засоби пожежогасіння

Первинний засіб пожежогасіння – технічний засіб, речовина, матеріал або їх комплекс, придатний до використання людиною для локалізації і (або) ліквідації пожежі на її початковій стадії. До первинних засобів пожежогасіння належать вогнегасники, пожежні кран-комплекти, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізолюючого полотна або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати) та переносний пожежний інструмент.

Вогнегасники

В Правилах експлуатації та нормах належності вогнегасників наведені наступні типи вогнегасників, що випускаються в Україні:

- вогнегасник водяний (ВВ);
- вогнегасник водо-пінний (ВВП);
- пристрій вогнегасний водо-пінний аерозольний (ВВПА);
- вогнегасник газовий (ВГ), у тому числі вуглекислотний (ВВК);
- вогнегасник порошковий (ВП).

Таблиця 4.12 – Класи пожеж за ДСТУ EN 2:2014 і Правилами експлуатації вогнегасників та типовими нормами належності вогнегасників

Клас пожежі	Характеристика класу	Відзнака класу
А	Горіння твердих речовин	Пожежі, що супроводжуються горінням твердих матеріалів, зазвичай органічного походження, під час горіння яких зазвичай утворюються тліючі вуглини
В	Горіння твердих речовин	Пожежі, що супроводжуються горінням рідин або твердих речовин, які переходять у рідкий стан
С	Горіння газоподібних речовин	Пожежі, що супроводжуються горінням газів
Д	Горіння металів	Горіння лужних, лужноземельних металів та металомістких речовин
Е	Горіння електроустановок під напругою	Пожежі, що викликані загоранням електроустановок
F	Горіння кулінарних жирів	Пожежі, що супроводжуються горінням речовин, які використовують для приготування їжі (рослинні і тваринні олії та жири) і містяться в кухонних приладах

Водяні, водо-пінні та аерозольні вогнегасники

Водяний вогнегасник – вогнегасник, призначений для застосування водної вогнегасної речовини.

Водо-пінний вогнегасник – вогнегасник, призначений для застосування водо-пінної вогнегасної речовини.

Аерозольний водо-пінний вогнегасник – водо-пінний вогнегасник одноразового використання, з якого вогнегасна речовина подається в розпиленому вигляді.

Вогнегасник складається з корпусу для зберігання вогнегасної речовини або компонентів для його отримання, пристрою підготовки вогнегасної речовини та подавання її у осередок пожежі, пристроїв, що запобігають перевищуванню тиску вище допустимого й від випадкового спрацьовування, джерела надлишкового тиску (стиснений газ може знаходитись у корпусі вогнегасника).

Загальний принцип роботи вогнегасників полягає в утворенні надлишкового тиску в корпусі (за винятком закачних), під дією якого вогнегасна речовина подається на вогнище пожежі.

Водо-пінні вогнегасники служать для гасіння загорянь горючих рідин і твердих матеріалів.

Як заряд у водо-пінних вогнегасників використовують 6%-ий розчин піноутворювача.

Вогнегасник ОВ-9. Будова вогнегасника ОВ-9 представлена на рис. 4.6.

Вогнегасник ОВП-9. Будова вогнегасника ОВП-9 представлена на рис.4.7.

Вогнегасник ОВП-10.01. Будова вогнегасника ОВП-10.01 представлена на рис. 4.8.

Вогнегасник ОВП-100.01. Будова вогнегасника ОВП-100.01 представлена на рисунку 4.9.

Вогнегасник повітряно-пінний ОВП-100.01. Всередині корпусу проходить сифонна трубка, яка з'єднується зі шлангом. На кінці шланга прикріплено ГПС-100 для отримання повітряно-механічної піни.

Запобіжний клапан відрегульовано на тиск 0,87-0,9 МПа. Його змонтовано у верхньому дні корпусу вогнегасника.

При використанні вогнегасників у зимовий час при мінусових температурах необхідно в заряд вогнегасника додати 2-3 літри гліцерину або етиленгліколю.

Балони для зберігання робочого газу розраховані на робочий тиск 15 МПа. Запірно-пусковий пристрій балона забезпечує зберігання газу упродовж двох років. До кінця терміну зберігання газу допустимий витік не повинен перевищувати 10 г. Корпус повинен випробуватись гідравлічним тиском 1,8-2 МПа упродовж однієї хвилини. Теча неприпустима. Якість заряду перевіряється щорічно. Якість піноутворювача можна перевірити відповідно до «Інструкції по використанню, зберігання, транспортуванню і перевірці якості піноутворювача». Строк служби вогнегасника – 8 років. Гарантійний термін – 12 місяців з дня початку експлуатації, але не більше 24 місяців з дня отримання.

Корпус вогнегасника ОВП-100.01 випробується на міцність та герметичність гідравлічним тиском 1,1 МПа. Строк експлуатації вогнегасника ОВП.100.01 до першого випробування складає 5 років. Гарантійний строк служби складає 24 місяці з дня початку роботи.

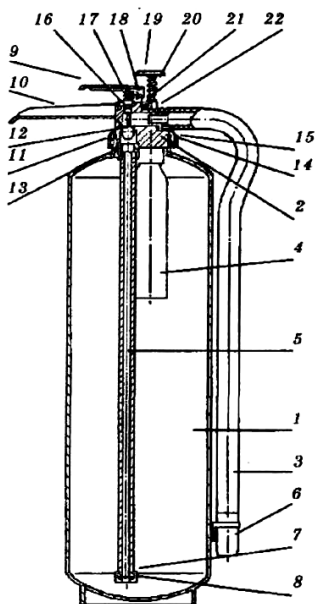


Рисунок 4.6 – Будова вогнегасника ОВ-9:

1 – корпус; 2 – головка; 3 – рукав; 4 – балон з робочим газом; 5 – трубка сифонна; 6 – насадок-розпилювач; 7 – сітка; 8 – корпус фільтра; 9 – важіль керування клапаном; 10 – ручка; 11 – кільце ущільнювальне; 12 – клапан; 13 – перехідник; 14 – гайка накидна; 15 – кільце ущільнювальне; 16 – штифт; 17 – пружина; 18 – вісь; 19 – кнопка з голкою; 20 – пружина; 21 – запобіжна чека; 22 – кільце ущільнювальне; 23 – запобіжний клапан

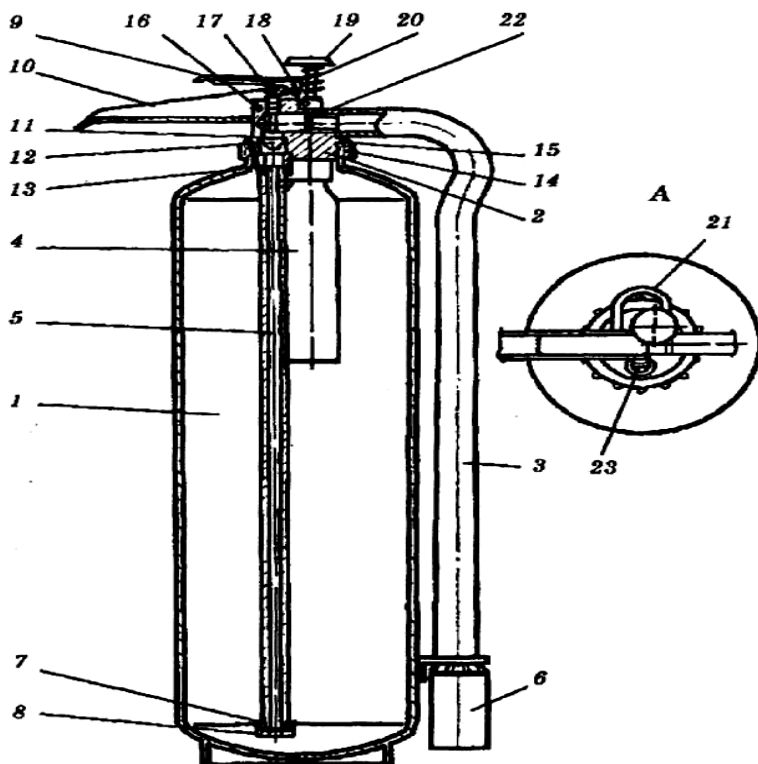


Рисунок 4.7 – Будова вогнегасника ОВП-9:
 1 – корпус; 2 – головка; 3 – рукав;
 4 – балон з робочим газом; 5 – трубка сифонна; 6 – піногенератор; 7 – сітка; 8 – корпус фільтра; 9 – важіль керування клапаном; 10 – ручка; 11 – кільце ущільнювальне; 12 – клапан; 13 – перехідник; 14 – гайка накидна; 15 – кільце ущільнювальне; 16 – штифт; 17 – пружина; 18 – вісь; 19 – кнопка з голкою; 20 – пружина; 21 – запобіжна чека; 22 – кільце ущільнювальне; 23 – запобіжний клапан

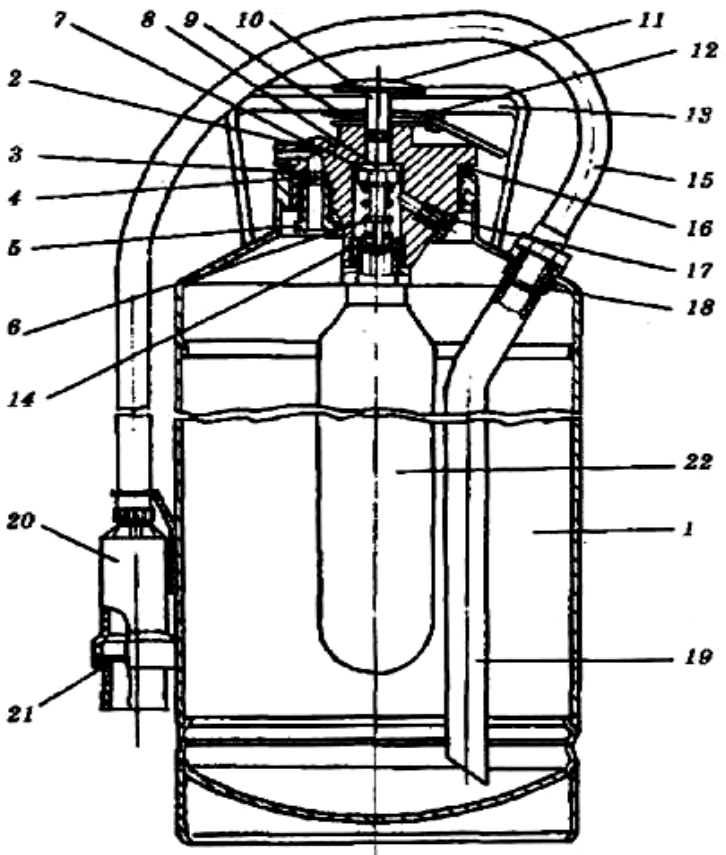


Рисунок 4.8 – Будова вогнегасника ОВП-10.01:
 1 – корпус; 2 – головка; 3 – прокладка; 4 – запобіжна мембрана; 5 – штуцер; 6 – пружина; 7 - гайка; 8 – шайба; 9 – кільце ущільнювальне; 10 – голка; 11 – кнопка; 12 – запобіжна чека; 13 – ручка; 14 – шайба; 15 – рукав; 16 – кільце ущільнювальне; 17 – дросель; 18 – мембрана; 19 – трубка сифонна; 20 – піногенератор; 21 – сітка піногенератора; 22 – балон з робочим газом

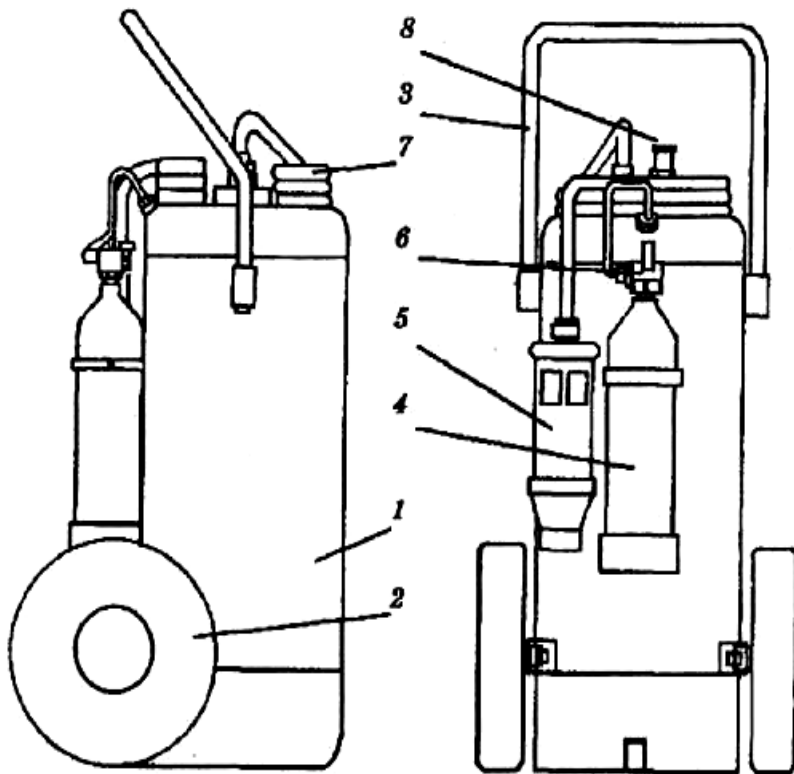


Рисунок 4.9 – Будова вогнегасника ОВП-100.01:

- 1 – корпус; 2 – колесо;
- 3 – ручка; 4 – балон з робочим газом;
- 5 – піногенератор;
- 6 – запірно-пусковий пристрій;
- 7 – рукав;
- 8 – запобіжний клапан

Ваговий контроль кількості двоокису вуглецю в балоні проводиться через кожні 6 місяців. При зменшенні ваги двоокису вуглецю на 75 г балон необхідно направити на дозаправку.

Вуглекислотні та порошкові вогнегасники

Вогнегасники вуглекислотні

Вуглекислотні вогнегасники служать для гасіння загорянь двигунів, паливних баків машин, електроустановок під напругою, різних палих речовин за винятком тих, горіння яких відбувається без доступу повітря, а також лужних металів і магнієвих сплавів.

Вуглекислотні вогнегасники, за складом закачаної вогнегасної речовини, відносяться до газових.

Газові вогнегасники – призначений для застосування газової вогнегасної речовини.

Вуглекислотні вогнегасники випускаються як переносні (ОУ -2, ОУ-3, ОУ-5, ОУ-6, ОУ-10), так і пересувні (ОУ-25, ОУ-40, ОУ-80).

Вуглекислотні вогнегасники ефективно працюють при температурі навколишнього повітря від мінус 50 до плюс 50°C.

Вогнегасник ОУ-2. Будова вогнегасника ОУ-2 представлена на рисунку 4.10.

Вогнегасник ОУ-3. Будова вогнегасника ОУ-3 представлена на рисунку 4.11.

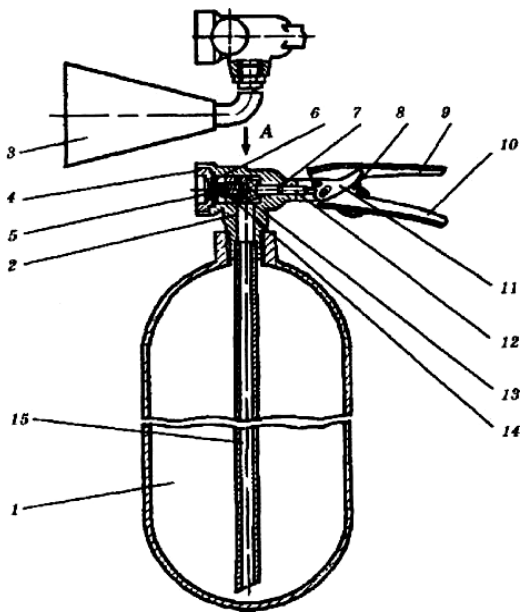


Рисунок 4.10 – Будова вогнегасника вуглекислотного ОУ-2:

1 – корпус; 2 – головка; 3 – розтруб; 4 – гайка; 5 – запобіжна мембрана; 6 – шайба; 7 – кільце ущільнювальне; 8 – запобіжна чека; 9 – важіль керування клапаном; 10 – ручка; 11 – кулачок; 12 – шток; 13 – клапан; 14 – пружина; 15 – трубка сифона

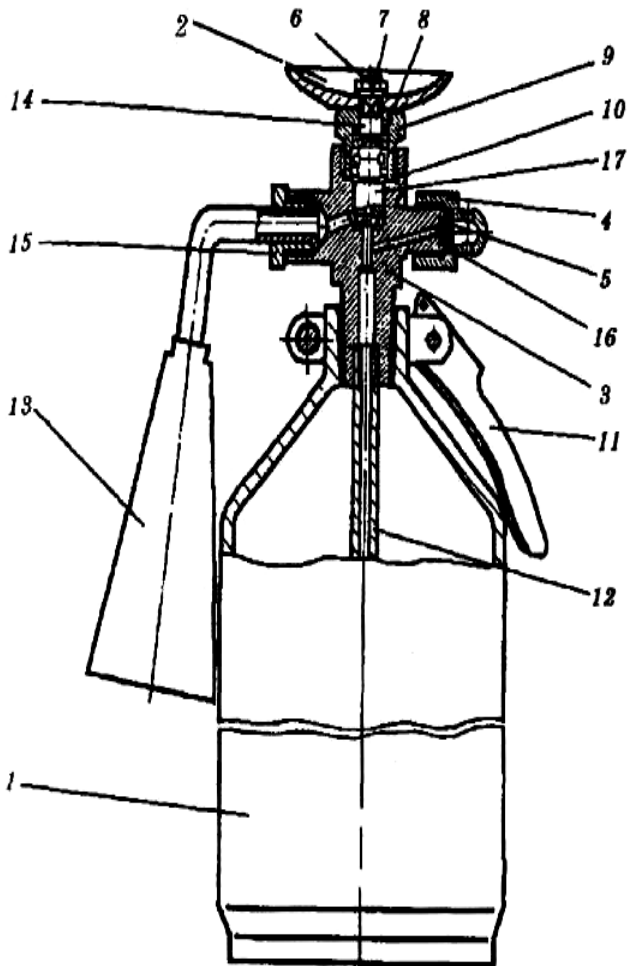


Рисунок 4.11 – Будова вогнегасника вуглекислотного ОУ-3:

1 – корпус; 2 – 1 – корпус; 2 – маховичок; маховичок; 3 – головка; 4 – гайка притискна; 5 – запобіжна мембрана; 6 – гайка; 7 – шайба; 8 – прокладка; 9 – втулка; 10 – прокладка; 11 – ручка; 12 – трубка сифонна; 13 – розтруб; 14 – шток; 15 – гайка; 16 – прокладка; 17 – клапан

Для введення в дію вуглекислотного вогнегасника (наприклад, ОУ-2, ОУ-3 (рис. 4.10, 4.11) необхідно видалити запобіжну чеку 8, спрямувати розтруб 3 на вогнище пожежі, натиснути на важіль 9, при цьому вогнегасна речовина з корпусу 1 по сифонній трубці 15 через розтруб 3 подається на осередок пожежі.

Пересувні вогнегасники конструктивно відрізняються один від одного.

Вогнегасник ОУ-25 (рис. 4.12) складається з балона 2, змонтованого на

двоколісному шасі 1. У горловину балона укрупений запірно-пусковий пристрій 4. Стійкість вогнегасника у вертикальному положенні забезпечується ніжкою 7, що разом з колісьми утворить три точки опори. Рукоятка 3 вогнегасника кріпиться безпосередньо на балоні за допомогою хомути. Для утворення сніжного струменя до запорно-пускового пристрою приєднаний гумовотканинний рукав 5 високого тиску з раструбом-снігоутворювачем 6.

Вогнегасник ОУ-80 (рис. 4.13) складається з візка 7, двох балонів 1, запірно-пускового пристрою 6 з вигнутими сифонними трубками, колектора з двома розводящими гумовотканинними рукавами; накидною шайбою і раструбами-снігоутворювачами 3. Візок 7 виконаний у вигляді рами з труб із двома пневматичними колісьми 2, опорами під балони і задню опорну стійку. Розтруби вогнегасника мають запірні крани, за допомогою яких можна припинити роботу вогнегасника, не закриваючи запірно-пускових пристроїв.

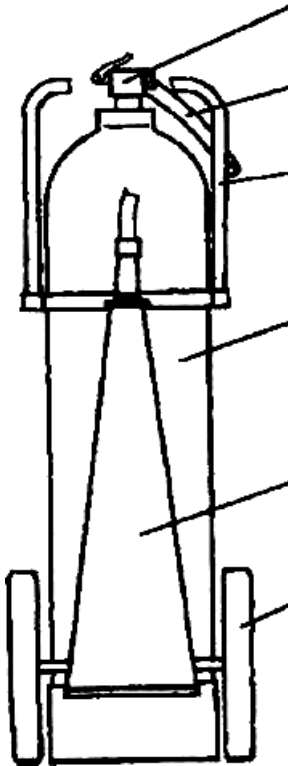


Рисунок 4.12 – Вогнегасник вуглекислотний ОУ-25:
1 – балон; 2 – розтруб; 3 – колесо; 4 – запірно-пусковий пристрій; 5 – шланг; 6 – ручка

Вогнегасячою речовиною у вуглекислотних вогнегасниках є зріджений вуглекислий газ (двоокис вуглецю), що у нормальних умовах знаходиться в газоподібному стані і не має запаху і кольору, приблизно в півтора рази тяжчий за повітря.

Тиск газу в балоні вуглекислотного вогнегасника залежить від ступеня його заповнення і температури навколишнього середовища. При температурі плюс 20°C і тиску 6 МПа (60 кгс/см^2) вуглекислий газ переходить у рідкий стан, а при температурі мінус 78°C переходить у тверду снігоподібну речовину (вуглекислий сніг). При нормальному атмосферному тиску і температурі плюс 20°C з 1 кг вуглекислоти виходить близько 544 л вуглекислого газу. При

температурі вище плюс 31°C (температура, вище якої газ не може переходити в рідку вуглекислоту ні при якому тиску) вуглекислота миттєво переходить у вуглекислий газ з різким підвищенням тиску в балоні, що призводить до розриву запобіжної мембрани і розрядки вогнегасника.

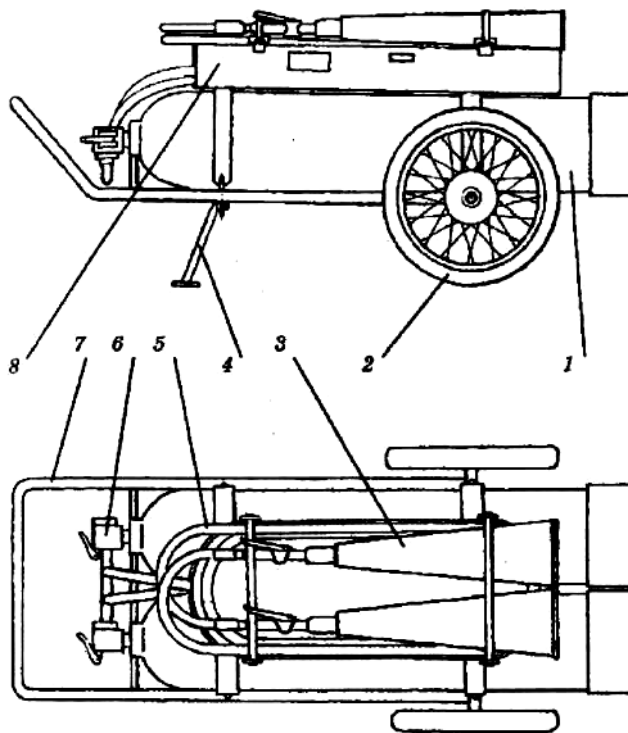


Рисунок 4.13 – Вогнегасник вуглекислотний ОУ-80:

1 – балон; 2 – колесо; 3 – розтруб; 4 – опора; 5 – шланг; 6 – запірно-пусковий пристрій;
7 – рама; 8 – кожух

Ефективна дія вуглекислотних вогнегасників спостерігається при температурі не нижче мінус 25°C. При більш низькій температурі тиск вуглекислого газу в балоні падає, вихід його сповільнюється й вогнегасяча ефективність різко знижується.

Перехід рідкої вуглекислоти в газоподібну супроводжується поглинанням великої кількості тепла з навколишнього середовища. Цей перехід здійснюється у розтрубі-снігоутворювачі, що, маючи обмежений обсяг, не забезпечує достатнє надходження тепла з навколишнього середовища, і частина рідкої вуглекислоти переходить у вуглекислий сніг у вигляді дрібних кристалічних часток.

Для приведення в дію ручних вогнегасників необхідно направити розтруб-снігоутворювач на вогнище пожежі і відкрити важіль запірно-пускового пристрою. При цьому не слід перевертати вогнегасник запірно-пусковим пристроєм униз.

Вогнегасники пересувні приводяться в дію зусиллями двох-трьох чоловік.

Вогнегасники порошкові

Порошковий вогнегасник – вогнегасник із зарядом вогнегасного порошку.

Порошкові вогнегасники призначені для гасіння пожеж класів А, В, С та електроустановок під напругою до 1000 В, з відстані не менше 1 метра.

Вогнегасник складається з корпусу для зберігання вогнегасної речовини або компонентів для його отримання, пристрою підготовки вогнегасної речовини та подавання її в осередок пожежі, пристроїв, що запобігають перевищуванню тиску вище допустимого й від випадкового спрацьовування, джерела надлишкового тиску (стиснений газ може знаходитись у корпусі вогнегасника).

Загальний принцип роботи вогнегасників – утворення надлишкового тиску в корпусі (за винятком закачних), під дією якого вогнегасна речовина подається в осередок пожежі.

Вогнегасник ОП-1 «Момент» (рис. 4.14) складається з корпусу кришки 8, запірно-пускового пристрою і балончика 10 для робочого газу зі склянкою 9.

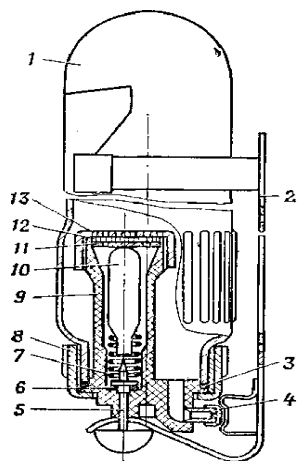


Рисунок 4.14 – Будова вогнегасника ОП-1 «Момент»
1 – корпус; 2 – кронштейн; 3 – прокладка; 4 – насадок з ковпачком; 5 – бойок з голівкою; 6 – ущільнювальне кільце; 7 – пружина; 8 – кришка; 9 – склянка; 10 – балончик для робочого газу; 11 – діафрагма; 12 – шар поропласту; 13 – кришка

Корпус 1 вогнегасника служить для збереження заряду і являє собою поліетиленовий балон з горловиною. Горловина закривається кришкою 8 із запірно-пусковим пристроєм.

Запірно-пусковий пристрій служить для приведення вогнегасника в дію і складається з бойка 5 з голівкою, пружини 7, насадка 4 з поліетиленовим ковпачком і кронштейна 2. У закритому положенні бойок 5 з голівкою притискається до кришки пружиною 7, а головка фіксується вигнутим кінцем кронштейна 2 із прорізом, що виконує роль запобіжної чеки.

Із внутрішньої сторони до кришки приєднано поліетиленовий стакан 9, у який встановлено балончик 10 для робочого газу. Стакан закривається кришкою.

Принцип дії вогнегасника полягає в тому, що при ударі по головці бойка він проколює мембрану балончика з робочим газом, під дією тиску якого порошок виходить із корпусу в насадок.

Для приведення вогнегасника в дію необхідно зняти з нього кронштейн 2, перевернути його запірно-пусковим пристроєм униз, вдарити по головці бойка

5 та направити струмінь порошку в осередок пожежі.

Вибір необхідної кількості вогнегасників

Під час вибору типу і необхідної кількості вогнегасників як елементів протипожежного захисту об'єкта слід також керуватися галузевими правилами пожежної безпеки, нормами технологічного проектування та іншими нормативно-правовими актами, що регламентують вимоги до оснащення об'єктів вогнегасниками.

Критеріями вибору типу і необхідної кількості вогнегасників для захисту об'єкта є:

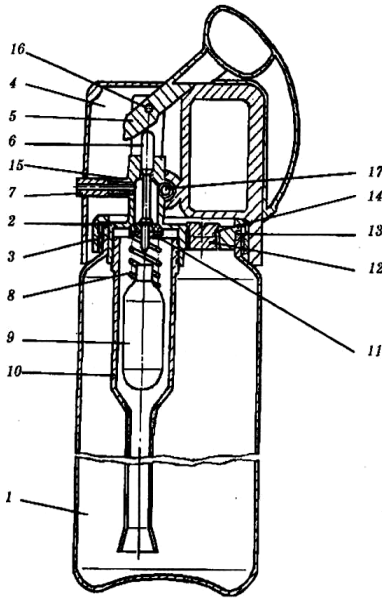


Рисунок 4.15 – Будова вогнегасника ОП-1В «Момент-2»:

1 – корпус; 2 – головка; 3 – гайка накидна; 4 – ковпак; 5 – важіль запуску й керування клапаном; 6 – голка; 7 – насадок-розпилювач; 8 – пружина; 9 – балон з робочим газом; 10 – трубка сифонна; 11 – клапан; 12 – пробка; 13 – кільце ущільнювальне; 14 – кільце ущільнювальне; 15 – кільце ущільнювальне; 16 – вісь; 17 – гвинт

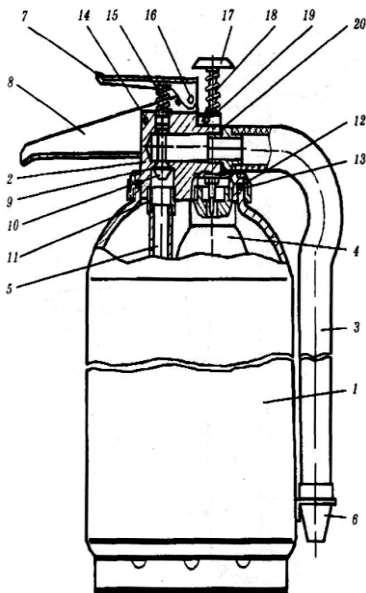


Рисунок 4.16 – Будова вогнегасника ОП-5Б:

1 – корпус; 2 – головка; 3 – рукав; 4 – балон з робочим газом; 5 – трубка сифонна; 6 – насадок-розпилювач; 7 – важіль керування клапаном; 8 – ручка; 9 – кільце ущільнювальне; 10 – клапан; 11 – перехідник; 12 – гайка накидна; 13 – кільце ущільнювальне; 14 – штифт; 15 – пружина; 16 – вісь; 17 – кнопка з голкою; 18 – пружина; 19 – запобіжна чека; 20 – кільце ущільнювальне

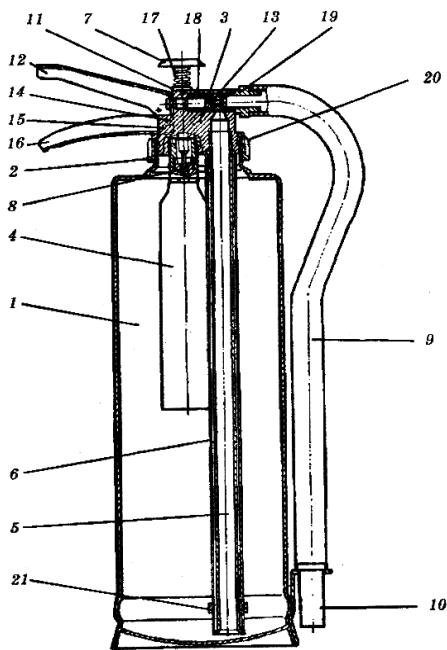


Рисунок 4.17 – Будова вогнегасника ОП-5А:

1 – корпус; 2 – гайка накидна; 3 – головка; 4 – балон з робочим газом; 5 – трубка сифонна; 6 – трубка газопідвідна; 7 – кнопка; 8 – голка; 8 – рукав; 10 – насадок-розпилювач; 11 – запобіжна чека; 12 – важіль керування клапаном; 13 – клапан; 14 – вісь; 15 – заклепка; 16 – ручка; 17 – пружина; 18 – пружина; 19 – кільце ущільнювальне; 20 – кільце ущільнювальне; 21 – кільце гумове

- 1) категорія виробничого та складського приміщення за вибухопожежною та пожежною безпекою;
- 2) клас можливої пожежі;
- 3) придатність вогнегасника для гасіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;
- 4) вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу за ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань», ДСТУ 3734 (ГОСТ 30612-99) «Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги»;
- 5) гранична захищена площа.

Класи пожеж визначено в ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT).

Категорія будинків, приміщень та зовнішніх установок виробничого і складського призначення за вибухопожежною або пожежною безпекою визначається відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою».

Якщо на об'єкті можливі осередки пожеж різних класів, слід обирати вогнегасники окремо для кожного класу пожежі або віддавати перевагу більш універсальному вогнегаснику. При виборі таких вогнегасників їх кількість має дорівнювати більшому значенню, що отримане для кожного класу пожежі окремо.

За потреби використання різних типів вогнегасників допускається здійснювати заміну одного типу на інший із забезпеченням рівності сумарної вогнегасної здатності за класом пожежі, характерної для цього об'єкта. Коефіцієнти ефективності вогнегасників за їх вогнегасною здатністю щодо гасіння модельних вогнищ пожеж класів А та В наведено в додатку 9 ДСТУ 3675-98. Наприклад, порошковий вогнегасник ВП-9 для пожежі класу В, що має коефіцієнт ефективності 13, можна замінити на два вогнегасники –

порошковий ВП-6 (має коефіцієнт ефективності 8) та водо-пінний ВВП-6 (має коефіцієнт ефективності 5), які мають сумарний коефіцієнт ефективності 13.

Об'єкти різного призначення оснащуються переносними вогнегасниками, перелік яких наведено в додатку 10 до цих Правил, та пересувними вогнегасниками, перелік яких наведено в додатку 11 до цих Правил.

Будинки адміністративного та побутового призначення і громадські будинки на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водо-пінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше.

Крім того, слід передбачати по одному газовому вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше:

на 20 м² площі підлоги в офісних приміщеннях з оргтехнікою, коморах, електрощитових, вентиляційних камерах та інших технічних приміщеннях;

на 50 м² площі підлоги в приміщеннях архівів, машзалів, бібліотек, музеїв.

Приміщення, у яких розміщено оргтехніку, слід оснащувати переносними газовими вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-1,4 чи ВВК-2, але не менше ніж один вогнегасник зазначених типів на приміщення.

Для захисту квартир багатоквартирних житлових будинків і будинків індивідуальної забудови слід використовувати переносні вогнегасники з розрахунку один водяний (ВВ-5, ВВ-6), або водо-пінний (ВВП-6), або один порошковий (ВП-2, ВП-3) вогнегасник на одну квартиру або на один будинок індивідуальної забудови.

Додатково будинки та приміщення можуть оснащуватися ВВПА з масою заряду вогнегасної речовини 400 г і більше.

Для захисту приміщень, призначених для виготовлення кулінарної продукції та (або) приготування їжі, слід використовувати переносні вогнегасники з можливістю гасіння пожежі класу F з розрахунку один вогнегасник на одне окреме робоче місце для виготовлення кулінарної продукції та (або) приготування їжі.

Приклад. Визначити тип і кількість вогнегасників для офісного приміщення площею 50 м². В приміщенні знаходяться 3 комп'ютери, 3 сканери, 3 принтери та 6 осіб персоналу.

Розв'язання.

Категорія даного приміщення за пожежною небезпекою В.

Враховуючи, що пожежну навантагу складають: меблі, папір та інші тверді матеріали, клас пожежі А.

Для гасіння пожежі обираємо вогнегасник вуглекислотний типу ВВ, який згідно з табл. Г.10, який може використовуватися для гасіння пожеж класу Е, так як практично усе устаткування живиться електрикою.

Вогнегасна здатність такого вогнегасника згідно до табл. Г.14 складає не більше 6.

Гранична площа приміщення, що захищається 50 м².

Виходячи з цього, для захисту даного приміщення обираємо 8 вогнегасників вуглекислотних типу ВВ-3,5.

Методичні вказівки до виконання завдання.

Визначаємо:

- 1) категорію приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою;
- 2) клас можливої пожежі;
- 3) придатність вогнегасника для гасіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;
- 4) вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу за ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань», ДСТУ 3734 (ГОСТ 30612-99) «Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги»;
- 5) граничну площу, що захищається.

Практичне завдання. Визначити тип і кількість вогнегасників для приміщення наведеного в табл. 4.14.

Таблиця 4.14 – Вихідні дані для практичного завдання

№ варіанту	Вид приміщення	Площа приміщення, м ²	Пожежна навантага
1	2	3	4
1	Офіс	50	Меблі, папір, офісне обладнання
2	Склад канцелярських товарів	150	Папір, олівці, пластикові папки, сегрегатори
3	Медичний пункт	50	Бинт, вата, спирт, розчин йоду, меблі, медичне обладнання
4	Деревообробний цех	250	Деревина, електрообладнання
5	Архів	100	Папір, стелажі, офісне обладнання
6	Склад горюче-мастильних матеріалів	400	Бензин, керосин, індустріальне масло
7	Склад металопрокату	300	Металопрокат, меблі, офісне обладнання
8	Котельня	100	Котел, топка, електрообладнання
9	Малярний цех	150	Розчинники, фарби, лаки
10	Тролейбусне депо	500	Електрообладнання, офісне обладнання, мастильні матеріали
11	Гараж	300	Електрообладнання, мастильні матеріали, бензин, солярка
12	Запасник музею	100	Картини, статуї, стелажі, офісне обладнання
13	Металопрокатний цех	250	Метал у розжареному стані
14	Борошномельний цех	200	Пил борошна, електрообладнання, млин
15	Гараж для електрокарів	300	Електрообладнання, мастильні матеріали, акумулятори

Закінчення таблиці 4.14

16	Хімічна лабораторія	120	Кислоти, луги, органічні розчинники, електрообладнання
17	Ресторан	400	Електрообладнання, газові пічки, олія, меблі
18	Механічно-збиральний цех	250	Електрообладнання, мастильні матеріали
19	Друкарня	300	Електрообладнання, папір, фарби
20	Торгівельна зала супермаркету	500	Електрообладнання, компресорне обладнання, стелажі, продукти харчування

ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України. Редакція від 01.01.2020 р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр>. [дата звернення 03.04.2020 р.].
2. Закон України «Про охорону праці». Редакція від 27.12.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>. [дата звернення 03.04.2019 р.].
3. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування». Редакція від 01.01.2017 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14/ed20170101>. [дата звернення 03.04.2019 р.].
4. Закон України «Про обов'язкове соціальне страхування від нещасного випадку, на виробництві та професійного захворювання, які причинили втрату працездатності». URL. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14>. Редакція від 27.12.2019 р. [дата звернення 29.01.2020 р.].
5. Закон України «Про професійні спілки, їх права і гарантії діяльності». URL. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1045-14>. Редакція від 25.09.2019. [дата звернення 29.01.2020 р.].
6. Закон України «Про колективні договори і угоди» URL. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3356-12>. Редакція від 27.12.2019. [дата звернення 29.01.2020 р.].
7. Кодекс цивільного захисту України. Редакція від 20.03.2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>. [дата звернення 03.04.2019 р.].
8. Кодекс України про адміністративні правопорушення. Редакція від 02.04.2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10>. [дата звернення 03.04.2019 р.].
9. Кримінальний кодекс України. Редакція від 20.03.2020 р. URL: <https://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2341-14/page>. [дата звернення 03.04.2019 р.].
10. Кодекс законів про працю України. Редакція від 20.03.2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>. [Дата звернення 03.04.2019 р.].
11. Податковий кодекс України. URL. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>. Редакція від 29.12.2019 р. [дата звернення 29.01.2020 р.].
12. Про Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці. Постанова Кабінету Міністрів України № 442 від 01.08.92 р. Редакція від 28.10.2016 р. URL. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92-п> [дата звернення 01.02.2020 р.].
13. Про затвердження вимог до світлодіодних світлотехнічних пристроїв та електричних ламп, що використовуються в мережах змінного струму з метою освітлення. Постанова Кабінету Міністрів України № 992 від 15.10.2012. Поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/992-2012-п>. [Дата звернення 12.02.2020 р.].

14. Про затвердження Технічного регламенту енергетичного маркування електричних ламп та світильників. Постанова Кабінету Міністрів України № 340 від 27.05.2015. Поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/340-2015-п>. [дата звернення 12.02.2020 р.]

15. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці. Затверджені постановою Міністерства праці України від 01.09.1992 № 41. URL. <http://lutsk.dsp.gov.ua/методичні-рекомендації-для-проведен> [звернення 01.02.2020 р.]

16. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Наказ МОЗ України № 173 від 19.06.96 р. Зареєстровано в Міністерстві юстиції 24.07.96 р. № 379/1404. Редакція від 07.03.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96>. [дата звернення 03.04.2020 р.]

17. ДСНіП 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. Наказ МОЗ України № 476 від 18.12.2002 р. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 13.03.2003 р. № 203/7524. Поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>. [дата звернення 01.03.2020 р.]

18. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку і інфразвуку. Київ, 1999. 34 с.

19. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Наказ МОЗ України 02.02.2005 від № 54. Поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05>. [дата звернення 25.03.2020 р.]

20. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Міністерство охорони здоров'я України. Головний державний санітарний лікар України. Постанова N 37 від 01.12.99. Поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99>. [дата звернення 17.03.2020].

21. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Наказ Міністерства охорони здоров'я № 173 від 19.06.96 р. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 24.07.96 р. № 379/1404. Редакція від 07.03.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96>. [дата звернення 28.03.2020 р.]

22. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 42.

23. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Міністерство охорони здоров'я України. Головний державний санітарний лікар України. Постанова N 37 від 01.12.99. Поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99>. [дата звернення 17.03.2020].

24. ДСН 239-96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Наказ МОЗ України 01.08.1996 № 239. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 серпня 1996 р. за № 488/1513. Редакція від 22.12.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96>. [дата звернення 01.03.2020 р.]

25. ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів охорони праці. Промислова

безпека у будівництві. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 116 с.

26. ДБН Б.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 187 с.

27. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ : Мінрегіонбуд України. 2017. 38 с.

28. ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму. Київ : Мінрегіон України, 2014. 85 с. ДБН В.2.2-15:2019. Будинк і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 44 с.

29. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 64 с.

30. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. Зміна № 1. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 2 с.

31. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 185 с.

32. ДБН В.2.2-9-2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 47 с.

33. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та призначення. Київ : Мінбуд України, 2011. 31 с.

34. ДБН В.2.2-13-2003. Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. Київ : Державний комітет України з будівництва і архітектури, 2004. 105 с.

35. ДБН В.2.2-16:2019. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 97 с.

36. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. Київ : Мінбуд України, 2007. 80 с.

37. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. К. : Мінрегіон України, 2018. 137 с.

38. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Київ:Мінрегіонбуд України, 2015, 134 с.

39. ДСТУ ISO 45001:2018 Системи менеджмента охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT).

40. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.

41. ДСТУ-Н Б В 2.2-27:2010 Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення. Частина 1. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 56 с.

42. ДСТУ-Н Б В 2.2-27:2010 Додатки. Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення. Частина 2. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 30 с.

43. ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги.

44. ДСТУ EN ISO 11203:2015 Акустика. Шум, утворений машинами й устаткуванням. Настанови щодо використання базових стандартів на визначення рівнів звукового тиску на робочому місці та в інших характерних точках (EN ISO 11200:2014, IDT). Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 12 с.

45. ДСТУ 3273-95. Безпека промислових підприємств. Загальні положення та вимоги.

46. ДСТУ 2104-92 Трансформатори силові масляні загального призначення класів напруги 110 і 150 кВ. Технічні умови. Київ : Держстандарт України, 1993. 39 с.

47. ДСТУ EN 62305-1:2012. Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT): – (Національний стандарт України).

48. ДСТУ EN 62305-2:2012. Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками (EN 62305-2:2010, IDT):. – (Національний стандарт України).

49. ДСТУ EN 62305-3:2012. Захист від блискавки. Частина 3. Фізичні руйнування споруд та небезпека для життя людей (EN 62305-3:2011, IDT):. – (Національний стандарт України).

50. ДСТУ EN 62305-4:2012. Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах (EN 62305-4:2010, IDT). — (Національний стандарт України).

51. ДСТУ 4500-3:2008. Вантажі небезпечні. Класифікація. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 40 с.

52. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки (EN ISO 7010:2012; A1:2014; A2:2014; A3:2014; A4:2014; A5:2015; A6:2016; A7:2017, IDT; ISO 7010:2011; Amd 1:2012; Amd 2:2012; Amd 3:2012; Amd 4:2013; Amd 5:2014; Amd 6:2014; Amd 7:2016, IDT) (с 01.07.2019).

53. ДСТУ БВ.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 66 с.

54. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Київ: ДП УкрНДІЦЗ, 2019. 162 с.

55. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їх визначення. Класифікація. Київ : УкрНДІЦЗ, 2019. 146 с.

56. ДСТУ 2104-92 Трансформатори силові масляні загального призначення класів напруги 110 і 150 кВ. Технічні умови. Київ : Держстандарт України, 1993. 39 с.

57. НПАОП 0.00-1.32.01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (ПБЕ). Наказ Міністерства праці та соціальної політики України 21.06.2001 № 272. Поточна редакція URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01>. [дата звернення 17.03.2020 р.].

58. НПАОП 0.00-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Наказ Міністерства праці та соціальної політики № 272 від 21.06.2001 р. Поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01>. [дата звернення 28.02.2020 р.].

59. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації антажопіднімальних кранів, підймальних пристроїв і відповідного обладнання. Наказ Міністерства соціальної політики України № 62 від 19.01.2018 р. Зареєстровано Міністерством юстиції № 244/31696 від 27.02.2018 р. Поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18>. [дата звернення 28.02.2020 р.].

60. НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. Наказ Міністерства соціальної політики України 05.03.2018 № 333. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10.04.2018 р. № 433/31885. Редакція від 25.05.2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-18>. [дата звернення 09.02.2020 р.].

61. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. Наказ державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.2015 р. № 15. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15.02.2015 р. № 231/10511. Редакція від 14.04.2017 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>. [дата звернення 09.02.2020 р.].

62. НПАОП 0.00-7.14-17. Вимоги безпеки та захисту здоров'я під час використання виробничого обладнання працівниками. Наказ Мінсоцполітики України 28.12.2017 р. № 2072. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 23 січня 2018 р. за № 97/31549. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0097-18>. [дата звернення 09.02.2020 р.].

63. НПАОП 40.1-1.01-97. Правила безпечної експлуатації електроустановок. Наказ Державного комітету України по за нагляду за охороною праці N 257 від 06.10.97. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 13.01.1998 р. за № 11/2451. Редакція від 06.04.2000. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0011-98> [дата звернення 17.03.2020].

64. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час робіт з екранними пристроями. Наказ Міністерства соціальної політики 14.02.2018 за № 207. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25 квітня 2018 р. за № 508/31960. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18>. [дата звернення 17.03.2020].

65. НПАОП 0.00-4.12-2005. Перелік робіт з підвищеною небезпекою. Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці України 26.01.2005 № 15. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 р. за № 232/10512. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0232-05>. [дата звернення 03.03.2020].

66. НПАОП 0.03-8.06-94 ДНАОП 0.03-8.06-94 Перелік робіт, де є потреба у професійному доборі. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України №263/121 від 23.09.94. Зареєстровано в Міністерстві юстиції

25.021.1995. Редакція від 05.07.1995 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0018-95>. [дата звернення 03.04.2020 р.]

67. Правила улаштування електроустановок. Київ: Міненерговугілля України, 2017. 617 с. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/ПУЕ.pdf>. [Дата звернення 28.02.2020] Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. Наказ Міністерства внутрішніх справ України 15.01.2018 р. № 25. Поточна редакція. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 23.02.2018 р. № 225/31677. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18>. [дата звернення 17.03.2020 р.].

68. НАПБ А.01.001:2014. Правила пожежної безпеки в Україні. Затверджено наказом МВС від 30.12.2014 р. № 1417. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 р. за N 252/26697. Редакція від 03.10.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>. [Звернення 17.03.2020 р.].

69. НРБУ-97/Д-2000 (ДНАРП 0.03-3.24-97 (ДГН 6.6.1-6.5.061-98)). Норми радіаційної безпеки України.

70. Справочник проектировщика. Защита от шума / Под ред. Е.Я. Юдина. М.: Стройиздат, 1974. 134 с.

71. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник. Харків: НУЦЗУ, 2010. 569 с.

72. Теорія горіння та вибуху / А.С. Беліков та ін. Практикум. Дніпро: Середняк Т. К., 2018. 148 с. О.В.

73. Третьяков, М.І. Адаменко, Е.А. Дармофал. Основи хорони праці : навчальний посібник для самостійної роботи студентів. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 491 с. Основи охорони праці: підручник / А.С. Беліков та ін. Дніпро: ПП «Кулик В.В.», 2019. 452 с. Гогіташвілі Г.Г. Системи управління охороною праці. Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2002. 320 с.

74. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: Навч. посіб. Київ: Знання, 2007. 367 с.

75. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 540 с.

76. Охорона праці: навч. посіб. / за ред. проф. З.М. Яремка. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 374 с.

77. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. 4-те вид., допов. і перероб. Київ: Університет «Україна», 2009. 295 с.

78. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання / К.Н.Ткачук, та ін. Київ: Основа, 2006. 448 с.

79. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 264 с.

80. Третьяков О.В., Зацарний В.В., Безсонний В.Л. Охорона праці: Навчальний посібник з тестовим комплексом на CD/ за ред. К.Н. Ткачука. Київ: Знання, 2010. 167 с. + компакт-диск.

81. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів: Афіша, 2005. – 320 с.

82. Охорона праці в будівництві. Навчальний посібник / За ред. Б.М.Коржика, В.М.Іванова, Харків: Форт, 2010. 388с.

83. Сафонов В. В., Діденко Л. М., Мелашич В. В. Охорона праці під час виготовлення та монтажу будівель і споруд з металевих конструкцій. Київ: Основа, 2004. 348 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А1 – Таблиця вірних відповідей до п. 1.1

№ питання	Вірна відповідь	№ питання	Вірна відповідь
1	2	3	4
1.	А, Б, В, Г	38.	здійснення завдань
2.	А, Б, В, Г	39.	функцій управління
3.	Д	40.	забезпечення здорових
4.	Д	41.	безпечних високопродуктивних
5.	А, Б	42.	умов праці
6.	Б, Г	43.	запобігання травматизму
7.	В, Г	44.	Запобігання профзахворюванням
8.	А	45.	додержання прав
9.	А	46.	гарантованих законодавством
10.	А	47.	охорону праці
11.	А	48.	А, Б, В, Г, Д
12.	А	49.	Б, В, Г, Д, Е
13.	А	50.	А, Б, Г, Д, Е
14.	Б, В, Д	51.	А, Б, В, Д, Е
15.	А, Б, Г	52.	А, Б, В, Г, Е
16.	А, Б, Д	53.	А, Б, В, Г, Е
17.	А, Б, Д	54.	Е
18.	А	55.	А
19.	Д	56.	В
20.	В	57.	Г
21.	В	58.	Д
22.	А, В, Г, Д, Е, Ж, З, И	59.	Д
23.	А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И	60.	Б, В, Г
24.	З	61.	А, В, Г
25.	Б	62.	А
26.	А, Б, В, Г	63.	А
27.	А, Б, Г, Д	64.	Б
28.	А, Б, В, Д	65.	А
29.	Д	66.	В
30.	В	67.	В
31.	Г	68.	Г
32.	Г	69.	Г
33.	сукупність органів	70.	А, Б, В
34.	управління підприємством	71.	Г
35.	комплексу нормативної	72.	Б, В, Г, Д, Е
36.	проводять спрямовану	73.	А
37.	планомірну діяльність	74.	А-1, Б-2, В-3, Г-4, Д-5

Закінчення таблиці А1

1	2	3	4
75.	А	118.	А, Б, В, Д, Е, Ж
76.	Б	119.	Г
77.	В	120.	Д
78.	Г	121.	А, Д
79.	Д	122.	А, Б, Г
80.	Д	123.	В
81.	В	124.	В
82.	А, Б, Г	125.	А, Б
83.	А	126.	А, Б, Г
84.	Б	127.	В
85.	В	128.	В
86.	А	129.	А, Б, Г, Д, Е
87.	Б	130.	В
88.	В	131.	А, Б, В, Г
89.	А-1, Б-2, В-3	132.	Д
90.	А, В, Г, Д, Е, Ж	133.	Б, В, Г, Д
91.	Б	134.	А
92.	А, Б, В, Г	135.	А, Б
93.	Д	136.	В
94.	А, В, Г, Д, Е	137.	В
95.	Б	138.	Г
96.	Д	139.	А, Б, В, Д
97.	Г	140.	Д
98.	А, Б, Г, Д, Е	141.	В, Г
99.	В	142.	А
100.	А, Б, В, Д, Е, Ж, З, И	143.	А, В, Г, Д
101.	Г	144.	Б
102.	И	145.	Б
103.	А, Б, В, Г, Д, Е, Ж	146.	А, Б, В, Г, Д
104.	З	147.	Е
105.	В	148.	А, Г
106.	Г	149.	Б
107.	Д	150.	В
108.	А, Б, В	151.	А
109.	Г, Д	152.	А, Б, В, Г
110.	Г	153.	Д
111.	Г	154.	А, Б, В, Д
112.	Г	155.	Г
113.	А	156.	Г
114.	А	157.	А, Б, В, Д
115.	А	158.	А, Б, В, Г, Д
116.	А, В, Г, Д	159.	Г
117.	Б	160.	Е

Таблиця А.2 – Таблиця вірних відповідей до п. 1.4

№ питання	Вірна відповідь	№ питання	Вірна відповідь
1.	а, б, в	47.	шкоди здоров'ю
2.	г	48.	шкоди майну
3.	а, б, в	49.	шкоди довкіллю
4.	г	50.	майну довкіллю
5.	б, в, г, д, е	51.	Спеціальне навчання
6.	а	52.	щорічне вивчення
7.	а, б	53.	працівниками залучаються
8.	а	54.	виконання робіт
9.	а	55.	підвищеною небезпекою
10.	а, б, в	56.	є потреба
11.	г	57.	професійному доборі
12.	а	58.	вимог відповідних
13.	б, в, г, д	59.	нормативно правових
14.	б, в, г, д	60.	охорони праці
15.	а	61.	Стажування
16.	а-1, б-2, в-3, г-4, д-5	62.	набуття особою
17.	а, б	63.	практичного досвіду
18.	в	64.	виконання виробничих
19.	в	65.	завдань обов'язків
20.	Навчання питань	66.	робочому місці
21.	охорони праці	67.	підприємства після
22.	навчання працівників	68.	теоретичної підготовки
23.	учнів курсантів	69.	початку самостійної
24.	студентів слухачів	70.	самостійної роботи
25.	метою отримання	71.	безпосереднім керівництвом
26.	необхідних знань	72.	досвідченого фахівця
27.	навичок питань	73.	Дублювання дублером
28.	охорони праці	74.	самостійне виконання
29.	безпечного ведення	75.	професійних обов'язків
30.	ведення робіт	76.	робочому місці
31.	підвищеною небезпекою	77.	наглядом досвідченого
32.	робота умовах	78.	досвідченого працівника
33.	впливу шкідливих	79.	обов'язковим проходженням
34.	небезпечних виробничих	80.	протиаварійного протипожежного
35.	чинників потреба	81.	протипожежного тренувань
36.	професійному доборі	82.	а-1, б-2, в-3
37.	пов'язана обслуговуванням	83.	а, б
38.	управлінням застосуванням	84.	в
39.	технічних засобів	85.	в
40.	технологічних процесів	86.	а
41.	характеризуються підвищеним	87.	б, в, г
42.	ступенем ризику	88.	б
43.	виникнення аварій	89.	а, в, г
44.	виникнення пожеж	90.	г
45.	загрози життю	91.	а
46.	заподіяння шкоди	92.	б

Закінчення таблиці А.2

№ питання	Вірна відповідь	№ питання	Вірна відповідь
93.	а	140.	в
94.	а, б, в, г	141.	б
95.	д	142.	а
96.	а, б	143.	б, в, г
97.	в	144.	д
98.	в	145.	а, б, в, г
99.	б, в	146.	г, д
100.	а	147.	а
101.	в	148.	а
102.	а, б, в, г	149.	а
103.	а	150.	а, б, в, г, д, е, ж, з
104.	б, в, г	151.	и
105.	а	152.	б, д
106.	а, б	153.	а
107.	б, в, г	154.	б
108.	в	155.	б
109.	в	156.	а
110.	а, б, г	157.	в, г
111.	г	158.	а, б, в, г, д
112.	а	159.	а, б, в
113.	б, в, г	160.	г
114.	д	161.	г
115.	а, б, в, г	162.	а, б, г, д, е
116.	а, б, в, г, д, е, ж, з	163.	в
117.	а, б, в, г, д, е	164.	а, б, в, г,
118.	ж	165.	д
119.	ж	166.	а, б, в, г
120.	а	167.	д
121.	б, в, г	168.	б, в, г, д
122.	б	169.	а
123.	а	170.	а, б
124.	б, в, г	171.	в
125.	а, б, в	172.	в
126.	а	173.	в
127.	б, в, г, д	174.	г
128.	а	175.	а, б, в, д
129.	б, в, г, д	176.	д
130.	б	177.	в, г
131.	а	178.	а
132.	в	179.	г
133.	а, в, г	180.	а, б
134.	г	181.	в
135.	б	182.	в
136.	а, в, г	183.	г
137.	а	184.	а, б, в
138.	б, в, г	185.	а, б, в
139.	а, в	186.	г

Закінчення таблиці А2.

№ питання	<u>Вірна відповідь</u>	№ питання	Вірна відповідь
187.	Г	194.	а, б
188.	а, б, в, д	195.	Г
189.	в, Г, д	196.	а, б, в, д
190.	а	197.	а, б
191.	а	198.	в
192.	Г	199.	в
193.	а, б, в, д	200.	а, б, в

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Граничнодопустима концентрація (ГДК) деяких шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Речовина	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан
Азоту двооксид	2	3	П
Аміак	20	4	П
Анілін	0,1	2	П
Ацетон	200	4	П
Ацетонітрил	10	3	Г1
Бензин паливний	100	4	П
Бенз-а-пирен	0.00015	1	А
Бензол	5	2	П
Вуглецю оксид	20	4	П
Берилій	0.001	1	А
Марганець	0,05	1	А
Озон	20	1	А
Ртуть	0,01	1	П
Свинець	0,005	1	А
Сірчаний ангідрид	2	1	П
Тетраетилсвинець	0,005	1	П
Толуол	0,3	1	П
Фенол	0,5	2	П
Чавун	1	2	А
Хлор	1	2	П
Етилен	100	4	П

Примітка. Умовні позначення; П – пари і (або) газу, А – аерозоль

Таблиця Б.2 – Вміст водяної пари у повітрі за нормального атмосферного тиску і повного насичення та пружність водяної пари

Температура, °С	Вміст водяної пари, г/кг	Парціальний тиск водяної пари, Па
0	3,8	613
15	10,5	1690
20	14,4	2320
25	19,5	3140
30	20,3	4210
35	35,0	5580
40	46,3	7320
100	1000,0	101400

Таблиця Б.3 – Вологовиділення від людей залежно від важкості виконуваної роботи і температури повітря

Характеристика роботи	Вологовиділення, г/год, при температурі, °С				
	15	20	25	30	35
Спокій	15	20	25	30	35
Легка робота	40	45	50	80	130
Робота середньої важкості	55	70	125	140	235
Важка робота	110	160	180	230	290
	185	200	300	330	430

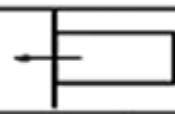





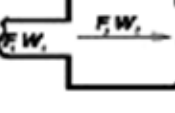
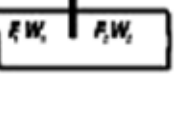
Таблиця Б.4 – Значення коефіцієнта запасу потужності k_3 залежно від потужності на валу та типу вентилятора

Потужність на валу вентилятора, кВт	Тип вентилятора	
	відцентровий та осьовий реверсивний	осьовий неререверсивний
< 0,5	1,50	<0,5
0,5÷1,0	1,30	0,5÷1,0
1,0÷2,0	1,20	1,0÷2,0
2,0÷5,0	1,15	2,0÷5,0
>5,0	1,10	>5,0

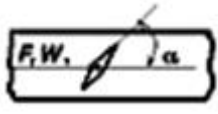
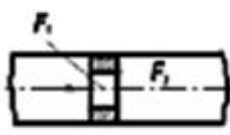
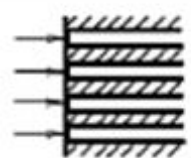


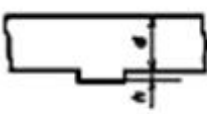
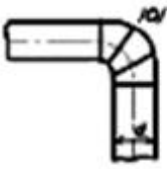

Таблиця Б.5 – Гранично допустимі концентрації пилу у повітрі робочих приміщень

Характеристика пилу	ГДК, мг/м ³
Що містить понад 70% вільної SiO ₂ (кварц, кварцит та ін.)	1
Що містить 10-70% вільної SiO ₂ (граніт, шамот та ін.)	2
Пил, вугілля, який містить до 10% вільної SiO ₂	4
Пил штучних абразивів (корунд, карборунд)	5
Пил скляного і мінерального волокон	3
Пил глин, мінералів, які не містять вільної SiO ₂	6
Пил граніту	2
Пил доломіту, вапна	6
Пил цементу, який містить менше 10% SiO ₂	5



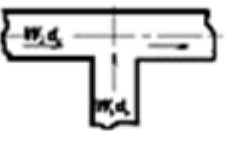
Таблиця Б.6 – Значення місцевих опорів

№ з/п	Місцеві опори	Ескіз	Розрахунок коефіцієнта ξ	
1	Вхід до отвору з гострими краями		$\xi = 0,5$	
2	Вихід з каналу		$\xi = 1$	
3	Плавний поворот на 90 о круглих та квадратних каналів		r/b	ξ
			0,5	1,2
			0,75	0,38
			1	0,19
			2	0,12
5	0,08			
4	Те ж при куті повороту від 30 о до 180 о		Значення ξ (п. 3) помножується на коефіцієнт К	
			α°	К
			30	0,5
			60	0,8
			90	1
			120	1,2
			150	1,3
180	1,4			
5	Різкий поворот прямокутного каналу без закруглень		α°	ξ
			30	0,6
			60	1
			90	1,2
			120	1,4
			180	1,7
6	Раптове звуження каналу (до швидкості W_2)		F_2 / F_1	ξ
			0,1	0,5
			0,5	0,3
			0,9	0,1
7	Раптове розширення каналу		F_2 / F_1	ξ
			0,1	0,8
			0,5	0,3
			0,9	0,01
8	Частково відкритий шибер або заслінка		Ступінь відкриття, %	ξ
			10	230
			30	17
			50	4
			70	1
			90	0,2
100	0,1			

Продовження табл. Б.6

№ з/п	Місцеві опори	Ескіз	Розрахунок коефіцієнта ζ	
			α^0	ζ
9	Дросельна заслінка		α^0	ζ
			10	0,52
			30	3,9
			50	32,6
			70	151
10	Гостра діафрагма		F_2 / F_1	ζ
			0,1	246
			0,2	51
			0,3	18
			0,4	8
			0,6	2
			0,7	1
0,8	0,3			
11	Вхід в систему каналів		Отвори: квадратні $\zeta = 2...2,5$ круглі $\zeta = 3...3,5$ прямокутні $\zeta = 1,5...2$	
12	Клапан		h/d	ζ
			0,15	9
			0,2	4,5
			0,3	2,1
			0,4	1,6
0,45	1,5			
13	Клапан перекладний		$\zeta = 2$	
14	Ніша в каналі		$\zeta = 0,1...1$ і зростає зі збільшенням h/d	
15	Коліно круглого перерізу		Q/d	ζ
			0	1,3
			1	0,4
			2	0,3
3	0,3			
16	Хрестовина (злиття потоків)		W/W_k	ζ
			0,1	1,5
			0,3	1,4
			0,5	1,2
			0,7	0,9
			0,9	0,5
1	0,2			

Закінчення таблиці Б.6

№ з/п	Місцеві опори	Ескіз	Розрахунок коефіцієнта ζ			
17	Зустріч двох струменів під кутом 180 о і поворот на 90 о		При $W_1 = W_2 = W_k$ $\zeta = 3$			
18	'Тройнік, що роздає		$W_b \cdot \zeta_b$			
			W_a	d_b/d_a		
				0,35	0,58	1
			0,6	3,2	4,0	6,2
			0,8	1,9	2,5	4,5
			1,0	1,6	2,1	3,6
1,2	1,4	1,6	3,4			
1,4	1,2	1,4	2,8			
			ζ_a при $d_b/d_a=1$			
			-0,2			
			-0,1			
			0			
			0,12			
			0,34			
19	Тройнік, що збирає		$W_b \cdot \zeta_b$			
			W_a	d_b/d_a		
				0,35	0,58	1
			0,6	-3,8	-1,6	0,1
			0,8	-1,0	0	0,6
			1,0	-0,6	0	1,2
1,4	0,4	0,4	1,3			
20	Регенеративна насадка: а) суцільними колодязями; б) рядами, що чергуються	-	а) $\zeta = \frac{1,14}{\sqrt[4]{d}} \cdot h_{нас}$,			
			б) $\zeta = \frac{1,57}{\sqrt[4]{d}} \cdot h_{нас}$.			
			де d - гідравлічний діаметр каналу насадки, $h_{нас}$ - висота насадки			

Таблиця Б.7 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта на фоні	Характеристика фону	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						Освітленість, лк					КПО, D_n , %			
						при системі комбінованого освітлення		при системі загального освітлення	нормованих величин показника осліпленості і коефіцієнта		середнє $D_{сер}^{н пр}$	мінімальне $D_{min}^{н пр}$	середнє $D_{сер}^{н сум}$	мінімальне $D_{min}^{н сум}$
						всього	у т. ч. від загального		Р	Кп, %				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Найвищої точності	Менше ніж 0,15	І	а	малий	темний	5 000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0
						4 500	500	–	10	10				
						4 000	400	1 200	20	10				
						3 500	400	1 000	10	10				
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	ІІ	а	малий	темний	2 500	300	750	20	10	–	–	4,2	1,5
						2 000	200	600	10	10				
						1 500	200	400	20	10				
						1 250	200	300	10	10				
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	ІІ	б	малий	середній	4 000	400	–	20	10	–	–	4,2	1,5
						3 500	400	–	10	10				
						3 000	300	750	20	10				
						2 500	300	600	10	10				
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	ІІ	в	малий	світлий	2 000	200	500	20	10	–	–	4,2	1,5
						1 500	200	400	10	10				
						1 000	200	300	20	10				
						750	200	200	10	10				
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	ІІ	г	середній	світлий	1 500	200	400	10	10	–	–	4,2	1,5
						1 000	200	300	20	10				
						750	200	200	10	10				
						750	200	200	10	10				

Продовження таблиці Б.7

Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	а	малий	темний	2 000	200	500	40	15	-	-	3,0	1,2
						1 500	200	400	20	15				
			б	малий	середній	1 000	200	300	40	15				
				середній	темний	750	200	200	20	15				
	в	малий	світлий	750	200	300	40	15						
		середній	середній											
	великий	темний	600	200	200	20	15							
	г	середній	світлий	400	200	200	40	15						
	великий	світлий												
	великий	середній												
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	а	малий	темний	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
						500	200	200	40	20				
			в	малий	світлий	400	200	200	40	20				
				середній	середній									
	великий	темний												
	г	середній	світлий	-	-	200	40	20						
	великий	світлий												
	великий	середній												
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	а	малий	темний	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
						-	-	200	40	20				
			в	малий	світлий	-	-	200	40	20				
				середній	середній									
	великий	темний												
	г	середній	світлий	-	-	200	40	20						
	великий	світлий												
	великий	середній												

Продовження таблиці Б.7

Груба (дуже малої точності)	Більше ніж 5	VI		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	–	–	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
Робота з матеріалами, які світяться і виробами в гарячих цехах	Більше ніж 0,5	VII		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	–	–	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу: - постійне		VII	а	Те саме	–	–	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
- періодичне під час (за) постійного перебування людей у приміщенні			б	Те саме	–	–	100	–	–	1,0	0,3	0,7	0,2

Закінчення таблиці Б.7

- періодичне при періодичному перебуванні людей у приміщенні			в	Те саме	-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2
- загальне спостереження за інженерними комунікаціями			г	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1

Примітка 1. Найменший розмір об'єкта розрізнення та відповідні йому розряди зорової роботи встановлені при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше ніж 0,5 м від очей працюючого. При збільшенні цієї відстані розряд зорової роботи слід встановлювати відповідно до додатку А. Для продовговуватих об'єктів розрізнення еквівалентний розмір приймається відповідно до додатку Б.

Примітка 2. Освітленість при роботах з об'єктами, які світяться, розміром 0,5 мм і менше вибирати відповідно до розміру об'єкта розрізнення і відносити їх до підрозряду «в».

Примітка 3. Показник засліпленості регламентується в гр. 10 тільки для загального освітлення (при будь-якій системі освітлення).

Примітка 4. Коефіцієнт пульсації K_p наведений у гр. 11 для системи загального освітлення або для світильників місцевого освітлення при системі комбінованого освітлення. K_p від загального освітлення в системі комбінованого не повинен перевищувати 20 %.

Примітка 5. Передбачати систему загального освітлення для розрядів I-III, IVa, IVб, IVв, Va допускається тільки при технічній неможливості або економічній недоцільності застосування системи комбінованого освітлення, що конкретизується в галузевих нормах освітлення, узгоджених з органами державного санітарного нагляду.

Примітка 6. В приміщеннях, спеціально призначених для роботи або виробничого навчання підлітків, нормоване значення КПО збільшується на один розряд за гр. 3 і повинно бути не менше ніж 1,0 %.

Таблиця Б.8 – Вимоги до освітлення приміщень житлових, цивільних та адміністративно-побутових споруд

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під розряд зорової роботи	Відносна тривалість зорової роботи в напрямку зору на робочу поверхню, %	Штучне освітлення				Природне освітлення	
					освітленість на робочій поверхні від системи загального освітлення, лк	циліндрична освітленість, лк	показник дискомфорту, M	коефіцієнт пульсації освітленості $K_{п}$, %	КПО, D_n , %	
									середнє $D_{сеп}^{н пр}$	мінімальне $D_{мін}^{н пр}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розрізнення об'єктів при фіксованій та нефіксованій лінії зору: - дуже високої точності	Від 0,15 до 0,30	А	1	Не менше ніж 70	500	150 ¹⁾	40	10	4,0	1,5
			2	Менше ніж 70	400	100 ¹⁾	15 ²⁾ 40	10	3,5	1,2
							15 ²⁾			
- високої точності	Від 0,30 до 0,50	Б	1	Не менше ніж 70	300	100 ¹⁾	40	15	3,0	1,0
			2	Менше ніж 70	200	75 ¹⁾	15 ²⁾ 60	20	2,5	0,7
							25 ²⁾	15 ³⁾		

Продовження таблиці Б.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
- середньої точності	Більше ніж 0,50	В	1	Не менше ніж 70	150	50 ¹⁾	60	20	2,0	0,5
			2	Менше ніж 70	100	Не	25 ²⁾ 60	15 ³⁾ 20	2,0	0,5
						Нормується	25 ²⁾	15 ³⁾		
Огляд оточуючого простору при дуже короткочасному епізодичному розрізненні об'єктів: - при високій насиченості приміщень світлом	Незалежно від розміру об'єкта розрізнення	Г	-	Незалежно від тривалості зорової роботи	300	100	60	-	3,0	1,0
- при нормальній насиченості приміщень світлом	-		-	200	75	90		2,5	0,7	
- при низькій насиченості приміщень світлом		Е	-		150	50	90		2,0	0,5
Загальне орієнтування в просторі інтер'єру: - при великому скупченні людей	Незалежно від розміру об'єкта розрізнення	Ж	1	Незалежно від тривалості зорової роботи	75	Не нормується	Не нормується	Не нормується	Не нормується	Не нормується

Закінчення таблиці Б.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
- при малому скупченні людей			2		50					
Загальне орієнтування в зонах пересування:	Те саме			Те саме		Те саме	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
- при великому скупченні людей		3	1		30					
- при малому скупченні людей			2		20					

¹⁾ Додатково регламентується у випадках спеціальних архітектурно-художніх вимог.

²⁾ Нормоване значення показника дискомфорту у приміщеннях при спрямуванні лінії зору переважно вгору під кутом 45° і більше ніж до горизонту і в приміщеннях з підвищеними вимогами до якості освітлення (спальні кімнати в дитячих садках, яслах, санаторіях, дисплейні класи в школах, середніх спеціальних навчальних закладах тощо).

³⁾ Нормоване значення коефіцієнта K_p пульсації для дитячих, лікувальних приміщень із підвищеними вимогами до якості освітлення.

Примітка. Найменші розміри об'єкта розрізнення та відповідні їм розряди зорових робіт встановлюються при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше ніж 0,5 м від працюючого при середньому контрасті об'єкта розрізнення з фоном та світловим фоном. При зменшенні (збільшенні) контрасту допускається збільшення (зменшення) освітленості на один ступінь за шкалою освітленості з 5.1..

Таблиця Б.9 – Нормовані показники освітленості основних приміщень житлових будинків

Приміщення	Площина (Г – горизонтальна, В – вертикальна) нормування освітленості та КПО, висота площини над рівнем підлоги, м	Розряд і під- розряд зорової роботи	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення	
			Освітленість робочих по- верхонь		Циліндрична освітленість	Показник дискомфорту, М не більше	Коефіцієнт пульсації, К, % не більше	КПО D_H , %		КПО D_H , %	
			при ком- біно- вано- му освіт- ленні	при загаль- ному освіт- ленні				середнє $D_{сер}^{H np}$	міні- мальне $D_{min}^{H np}$	середнє $D_{сер}^{H сум}$	міні- мальне $D_{min}^{H сум}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Житлові кімнати, вітальні, спальні, житлові кімнати гуртожитків	Г – підлога	В-1	-	150 ¹⁾	-	-	-	2,0	0,5	-	-
2. Кухні, кухні-їдальні	Г – 0,8	В-1	-	150 ¹⁾	-	-	-	2,0	0,5	1,2	0,3
3. Кухні-ніші	Г – 0,8	В-1	-	150 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-
4. Дитячі	Г – підлога	Б-2	-	200 ¹⁾	-	-	-	2,5	0,7	-	-
5. Кабінети, бібліотеки	Г – 0,8	Б-1	-	300 ¹⁾	-	-	-	3,0	1,0	1,8	0,6
6. Внутріш-ньоквартирні коридори, холи, ванні кімнати, вбиральні, санвузли, душові	Г – підлога	Ж-2	-	50 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-
7. Комори, підсобні	Г – підлога	З-2	-	30 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-
8. Гардеробні	Г – підлога	Ж-1	-	75 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-
9. Сауни, роздягальні	Г – підлога	В-2	-	100 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-
10.Басейни	Г – поверхня води	В-2	-	100 ¹⁾	-	60 ¹⁾	20 ¹⁾	2,0	0,5	1,2	0,3
11.Тренажерний зал	Г – підлога	В-1	-	150 ¹⁾	-	60 ¹⁾	20 ¹⁾	-	-	1,2	0,3
12.Більярдна	Г -0,8	Б-1	-	300 ¹⁾	-	40 ¹⁾	20 ¹⁾	-	-	-	-

Закінчення таблиці Б.9

13. Загальнобудинкові приміщення											
а) вестибюлі	Г – Підлога	3-1	-	30	-	-	-	-	-	-	-
б) поповерхові коридори й ліфтові холи	Г – Підлога	3-2	-	20/30	-	-	-	-	-	-	-
в) сходи й сходові площадки	Г – Підлога, (площадки, сходи)	3-2	-	20	-	-	-	-	0,1 ¹⁾	-	-
г) приміщення консьєржа	Г – підлога	В-1	-	150	-	60	20	2,0	0,5	1,2	0,3
д) колясочні, велосипедні	Г – Підлога	3-2	-	20/30	-	-	-	-	-	-	-
е) Теплові пункти, насосні, електрощитові, машинні приміщення ліфтів, венткамери	Г – Підлога	VIIIв	-	20	-	-	-	-	-	-	-
е) Основні проходи технічних поверхів, підпілля, підвалів, горищ	Г – Підлога	3-2	-	20	-	-	-	-	-	-	-
ж) шахти ліфтів	Підлога прямику	—	—	5 ²⁾	—	—	—	—	—	—	—
¹⁾ Наведені значення освітленості, показника дискомфорту і коефіцієнта пульсації є рекомендованими.											
Примітка 1. Знак «—» у відповідній комірці означає, що цей показник не нормується.											
Примітка 2. При дробовому позначенні освітленості у чисельнику зазначена норма для житлових будинків II категорії, у знаменнику – для приміщень житлових будинків I категорії за ДБН В.2.2-15-2005.											

Таблиця Б.10 – Нормовані показники освітленості приміщень і об'єктів громадського призначення

Приміщення	Площина (Г – горизонтальна, В – вертикальна) нормування освітленості та КПО, висота площини над рівнем підлоги, м	Розряд і під- розряд зорової роботи	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення	
			Освітленість робочих по- верхонь		Циліндрична освітленість	Показник дискомфорту , М не більше	Коефіцієнт пульсації, К, % не більше	КПО D_H , %		КПО D_H , %	
			при ком- біно- вано- му освіт- ленні	при загаль- ному освіт- ленні				середнє	міні- мальне	середнє	міні- мальне
			4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нормовані показники освітлення громадських будинків											
Адміністративні будинки											
1. Кабінети, робочі кімнати і офіси, приміщення для відвідувачів, експедиції, приміщення обслуговуючого персоналу	Г – 0,8	Б-1	$\frac{400}{200}$	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
2. Проектні зали і кімнати, конструкторські, креслярські бюро	Г – 0,8	А-1	$\frac{600}{400}$	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
3. Книгосховища й архіви, приміщення фонду відкритого доступу	В – 1,0 на стелажах	-	75	-	-	60	-	-	-	-	-
4. Макетні, столярні й ремонтні майстерні	Г – 0,8 на верстаках і робочих столах	IV _B	-	300	-	40 ¹⁾	10	4	1,5	2,4	0,9
5. Приміщення для роботи з дисплеями і відеотерміналами, дисплейні зали											

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6. Конференц-зали, зали засідання	Г – 0,8	А	-	300	75	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
7. Читальні зали	Г – 0,8	А-2	$\frac{500}{300}$	400	150	40	10	3,4	1,2	2,1	0,7
8. Приміщення запису і реєстрації читачів, тематичних виставок, нових находжень	Г – 0,8	Б-1	$\frac{400}{200}$	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
9. Читацькі каталоги	В – 1,0 на фоні карточок	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
10. Лінгафонні кабінети	Г – 0,8	Б-1	$\frac{400}{200}$	400	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
11. Палітурно-брошурувальні приміщення площею не більше 30 м ²	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
12. Приміщення для ксерокопіювання площею не більше 30 м ²	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
13. Кулуари (фойє)	Г – підлога	Е	-	150	-	90	-	-	-	-	-
14. Лабораторії органічної та неорганічної хімії, термічні, фізичні, спектрографічні, фотометричні, мікроскопні, рентгено-структурного аналізу, механічні та радіо вимірювальні, електронних пристроїв, препаратурські	Г – 0,8	А-2	$\frac{500}{300}$	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15. Аналітичні лабораторії	Г – 0,8	А-1	$\frac{600}{400}$	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
16. Фотокімнати, дистилляторні, складувні	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
17. Архіви проб, зберігання реактивів	В – 1,0	В-2	-	100	-	60	10	-	-	-	-
18. Мийні	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
Банківські та страхові установи											
19. Операційний зал, кредитна група, касовий зал, приміщення для перерахування грошей	Г – 0,8	А-2	$\frac{500}{300}$	400	-	40	10	-	-	2,1	0,7
20. Приміщення відділу інкасації, інкасаторна	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	-	-	-	-
21. Передкомірня, комора цінностей, деопзитарій	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
22. Серверна, приміщення міжбанківських електронних розрахунків, електронна пошта, приміщення апаратури криптозахисту	Г – 0,8	А-2	-	400	-	40	10	-	-	-	-
23. Приміщення вводу кабельного обладнання	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
24. Приміщення алфавітно-цифрових друкувальних пристроїв, кабінки перосналізації	Г – 0,8	А-2	$\frac{500}{300}$	400	-	40	10	-	-	2,1	0,7

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25. Кімната виготовлення, обробки та зберігання ідентифікаційних карток, приміщення процесінового центру 110 пластиковим карткам	Г – 0,8	А-2	-	400	-	40	10	-	-	2,1	0,7
26. Приміщення для обслуговування фізичних осіб	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	-	-	-	-
27. Приміщення сейфів	Г – 0,8	В-1	-	150	-	60	10	-	-	-	-
28. Оглядовий коридор	Г – 0,8	Ж-1	-	75	-	-	-	-	-	-	-
Заклади дошкільної освіти											
29. Роздягальні ясельних груп для дітей до 1 року	Г – підлога	Б-2	-	200	-	25	10	3,0 ²⁾	-	-	-
30. Роздягальні ясельних груп для дітей від 1-го до 3-х років	Г – 0,8	Б-2	-	300	-	25	10	3,0 ²⁾	1,0 ²⁾	1,8 ²⁾	0,6 ²⁾
31. Роздягальні садових груп	Г – підлога	Б-2	-	300	-	60	10	3,0 ²⁾	1,0 ²⁾	1,8 ²⁾	0,6 ²⁾
32. Ігрові, їдальні, зали для музичних і фізкультурних занять	Г – підлога	А-2	-	400	-	15	10	4,0 ²⁾	1,5 ²⁾	-	-
33. Спальні	Г – підлога	В-1	-	150	-	25	10	2,0 ²⁾	0,5 ²⁾	-	-
34. Туалетні кімнати	Г – підлога	Б-2	-	200	-	25	10	2,5	0,7	1,5	0,4
35. Палати ізоляторів та приймально-карантинних відділень	Г – підлога	Б-2	-	200	-	25	10	4,0 ²⁾	1,5 ²⁾	-	-

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заклади загальної, середньої, професійної та вищої освіти											
36. Класні кімнати, аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії закладів середньої освіти, професійно-освітніх закладів	В – 1,5 на середині дошки	А-1	-	500	-	-	10	4,0 ²⁾	1,5 ²⁾	2,1	1,3
	Г – 0,8 на робочих столах і партах	А-2	-	400	-	40	10	4,0 ²⁾	1,5 ²⁾	2,1	1,3
37. Аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії у вищих навчальних закладах	В – 1,5 на середині дошки	А-2	-	400	-	-	10	3,5	1,2	2,1	0,7
	Г – 0,8 на робочих столах і партах	А-2	-	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7
38. Кабінети інформатики і обчислювальної техніки	В – 1,0 на екрані дисплея	Б-2	-	200	-	-	-				
	Г – 0,8 на робочих столах і партах	А-2	$\frac{500}{300}$	400	-	15	10	3,5	1,2	2,1	0,7
39. Кабінети технічного креслення і малювання	В – на дошці	А-1	-	500	-	40	10	4,0 ²⁾	1,5 ²⁾	2,1	1,3
	Г – 0,8 на робочих столах і партах	А-1	-	500	-	40	10	4,0 ²⁾	1,5 ²⁾	2,1	1,3
40. Лаборантські при навчальних кабінетах	Г – 0,8	А-2	$\frac{500}{300}$	400	-	15	10	3,5	1,2	2,1	0,7
41. Майстерні з обробки металів та деревини	Г – 0,8 на верстаках і робочих столах	ШБ	$\frac{1000}{200}$	300	-	40	10	-	-	3,0	1,2
42. Інструментальна кімната майстра інструктора	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
43. Кабінети обслуговуючих видів праці для дівчаток	Г – 0,8	А-2	-	400	-	40	10	4,0 ²⁾	1,5 ²⁾	2,1	1,3

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
44. Спортивні, фізкультурно-спортивні зали	Г – підлога	Б-2	-	200	-	60	10	3,0 ²⁾	1,0 ²⁾	1,8 ²⁾	0,6 ²⁾
	В – на рівні 2,0 м від підлоги з обох сторін на поздовжній осі приміщення	-	-	75	-	-	-	1,2	0,3	0,8	0,2
45. Спортивні, інвентарні, господарські комори	Г – 0,8	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-
46. Криті басейни	Г – поверхня води	В-1	-	150	-	60	10	3,0 ³⁾	1,0 ³⁾	1,8 ³⁾	0,6 ³⁾
47. Акткові зали, кіноаудиторії	Г – підлога	Д	-	200	75	90	-	-	-	-	-
48. Естради актових залів	В – 1,5	Г	-	300	-	-	-	-	-	-	-
49. Кабінети й кімнати викладачів	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
50. Рекреації	Г – підлога	Е	-	150	-	90	-	2,0 ²⁾	0,4 ²⁾	1,2 ²⁾	0,3 ³⁾
Установи для дозвілля											
51. Зали багатоцільового призначення	Г – 0,8	А-2	-	400	100	40	10	-	-	-	-
52. Театральні зали для глядачів, концертні зали	Г – 0,8	Г	-	300	100	60	-	-	-	-	-
53. Клубні зали для глядачів, клуби-вітальні, приміщення для дозвілля зібрань, фойє театрів	Г – 0,8	Д	-	200	75	90	-	-	-	-	-
54. Виставкові зали	Г – 0,8	Д	-	200 ³⁾	75	60	-	2,0	0,5	-	0,3
55. Зали для глядачів кінотеатрів	Г – 0,8	Ж-1	200	75	-	90	-	-	-	-	-
56. Фойє кінотеатрів, клубів	Г – підлога	Е	-	150	50	90	-	-	-	-	-
57. Кімнати гуртків, музичні класи	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
58. Кіно- світло- та звуко-апаратні		В-1	-	150	-	60	10	-	-	-	-
59. Приміщення гральних автоматів, настільних ігор, більярдна	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	-	-	-	-
60. Зал комп'ютерних ігор	В – 1,2 екран	В-1	-	150	-	-	-	-	-	-	-
	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	-	-	1,8	0,6
61. Відеокomплекc (відеозал, відеокафе)	Г – 0,8	Е	-	150	50	90	10	-	-	-	-
Санаторії, будинки відпочинку											
62. Палати, спальні кімнати	Г – підлога	В-2	-	100	-	25	10	2,0	0,5	-	-
Фізкультурно-оздоровчі заклади											
63. Зали спортивних ігор	Г – підлога	Б-2	-	200	-	60	10	3,0 ³⁾	1,0 ³⁾	1,8 ³⁾	0,6 ³⁾
	В – 2,0 з обох сторін на поздовжній осі приміщення	-	-	75	-	-	-	1,2	0,3	0,8	0,2
64. Зал басейну	Г – поверхня води	В-1	-	150	-	60	10	3,0 ³⁾	1,0 ³⁾	1,8 ³⁾	0,6 ³⁾
65. Кегельбан	Г – підлога	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
Підприємства харчування (зклади ресторанного господарства)											
66. Обідні зали ресторанів, їдалень, кафе, барів	Г – 0,8	Б-2	-	200 ⁵⁾	75	60	10	2,0	0,5	1,2	0,3
67. Роздавальні	Г – 0,8	Б-1	-	300 ⁵⁾	-	40	10	-	-	-	-
68. Гарячі цехи, холодні цехи, дoгoтiвельні й заготівельні цехи	Г – 0,8	Б-2	-	200 ⁵⁾	-	60	10	-	-	1,2	0,3
69. Мийні кухонного та столового посуду, приміщення для різання хліба, приміщення завідувача виробництва	Г – 0,8	В-1	-	150	-	60	10	2,0	0,5	1,2	0,3

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
70. Кондитерські цехи, приміщення для борошняних виробів	Г – 0,8	IVв	-	300 ⁵⁾	-	40 ¹⁾	10	-	-	2,4	0,9
71. Виготовлення шоколаду і цукерок	Г – 0,8	IVа	-	400 ⁵⁾	-	40 ¹⁾	10	-	-	2,4	0,9
72. Приготування морозива, напоїв	Г – 0,8	Vб	-	300 ⁵⁾	-	40 ¹⁾	20	-	-	1,8	0,6
73. Підготовка продуктів, пакування готової продукції, комплектація замовлень	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	1,5	0,4
74. Завантажувальні комори	Г – 0,8	VIIIб	-	75	-	-	-	-	-	-	-
Магазини											
75. Торгові зали супермаркетів	Г – 0,8	A-1	-	500	150	40	10	-	-	1,2 ³⁾	0,3 ³⁾
76. Торгівельні зали магазинів: книжкових, готового одягу, білизни, взуття, тканин, хутрових виробів, головних уборів, парфумерних, галантерейних, ювелірних, електро- радіотоварів, продовольчих товарів без самообслуговування	Г – 0,8	Б-1	-	300	100	40	10	2,0 ³⁾	0,5 ³⁾	1,2 ³⁾	0,3 ³⁾
77. Торгівельні зали продовольчих магазинів з самообслуговуванням	Г – 0,8	Б-2	-	200	75	60	10	2,0 ³⁾	0,5 ³⁾	1,2 ³⁾	0,3 ³⁾

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
78. Торгівельні зали магазинів: посуду, меблів, спортивних товарів, будматеріалів, електропобутових приладів, канцелярських товарів	Г – 0,8	Б-2	-	200	75	60	10	2,0 ³⁾	0,5 ³⁾	1,2 ³⁾	0,3 ³⁾
79. Примірочні кабінки	В – 1,5	Б-1	-	300	-	-	10	-	-	-	-
80. Зали демонстрації нових товарів	Г – 0,8	Г	-	300	100	60	-	-	-	-	-
81. Приміщення відділів замовлень, бюро обслуговування	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,0 ³⁾	0,5 ³⁾	1,2 ³⁾	0,3 ³⁾
82. Приміщення головних кас	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
83. Приміщення підготовки товарів до продажу	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,0 ³⁾	0,5 ³⁾	1,2 ³⁾	0,3 ³⁾
84. Майстерні підгонки готового одягу	Г – 0,8	А-2	$\frac{500}{300}$	400	-	40	10	4,0 ²⁾	1,5 ²⁾	2,1	0,7
85. Рекламно-декоративні майстерні, майстерні ремонту обладнання тв. Інвентарю, приміщення брокерів	Г – 0,8	Б-1	$\frac{400}{200}$	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
Підприємства побутового обслуговування											
86. Лазні:											
а. очікувальні, остигальні	Г – 0,8	В-1	-	150	-	90 ³⁾	-	-	-	-	-
б. роздягальні, мийні, душові, парильні	Г – підлога	Ж-1	-	75	-	-	-	-	-	-	-
в. басейни	Г – підлога	В-2	-	100	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
87. Перукарні:											
а. чоловічій, жіночий зали	Г – 0,8	A-2	$\frac{500}{300}$	400	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
б. косметичний кабінет	Г – 0,8	A-1	$\frac{600}{400}$	500	-	40	10	4,0	1,5	2,1	1,3
88. Фотографії:											
а. салони прийому та видачі замовлень	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
б. знімальний зал фотоательє	Г – 0,8	В-2	-	10	-	-	10	-	-	-	-
в. фотолабораторії, приміщення для готування розчинів і регенерації срібла	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
г. приміщення для ретуші	Г – 0,8	IIIб	$\frac{1000}{200}$	-	-	40 ¹⁾	10	-	-	-	-
89. Пральні:											
а. приміщення прийому та видачі білизни:											
-прийом з міткою та облік, видача	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
-зберігання білизни	В – 1,0	VIIб	-	75	-	60	-	-	-	-	-
б. пральні відділення:											
-прання та готування розчинів	Г – підлога	VI	-	200	-	40 ¹⁾	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
-зберігання пральних матеріалів	Г – 0,8	VIIв	-	50	-	-	-	-	-	-	-
в. сушильно-прасувальне відділення											
-механічні	Г – 0,8	VI	-	200	-	40 ¹⁾	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
-ручні	Г – 0,8	IVа	-	300	-	40 ¹⁾	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
г. відділення сортування й упакування білизни	Г – 0,8	VI	-	200	-	40 ¹⁾	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
д. ремонт білизни	Г – 0,8	IIa	$\frac{2000}{750}$	750	-	20 ¹⁾	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
90. Пральні самообслуговування	Г – підлога	Б-2	-	200	-	60	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
91. Ательє хімічного чищення одягу:											
а. салон прийому та видачі одягу	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
б. приміщення хімічного чищення	Г – 0,8	VI	-	200	-	40 ¹⁾	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
в. відділення для виведення плям	Г – 0,8	IIIa	$\frac{2000}{200}$	500	-	40 ¹⁾	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
г. приміщення для зберігання хімікатів	Г – 0,8	VIIIa	-	50	-	-	-	-	-	-	-
92. Ательє виготовлення й ремонту одягу та трикотажних виробів											
а. пошивні цехи	Г – 0,8 на робочих столах	IIa	$\frac{2000^{3)}$	750	-	20 ¹⁾	10	4,0 ³⁾	1,5 ³⁾	2,4 ³⁾	0,9 ³⁾
б. закрійні відділення	Г – 0,8 на робочих столах	IIб	-	750	-	20 ¹⁾	10	4,0 ³⁾	1,5 ³⁾	2,4 ³⁾	0,9 ³⁾
в. відділення ремонту одягу	Г – 0,8	IIa	$\frac{2000^{3)}$	750	-	20 ¹⁾	10	4,0 ³⁾	1,5 ³⁾	2,4 ³⁾	0,9 ³⁾
г. відділення підготовки прикладних матеріалів	Г – 0,8	IVa	-	300	-	40 ¹⁾	10	3,0 ³⁾	1,0 ³⁾	1,8 ³⁾	0,6 ³⁾
д. відділення ручного та машинного в'язання	Г – 0,8	IIв	-	500	-	20 ¹⁾	10	4,0 ³⁾	1,5 ³⁾	2,4 ³⁾	0,9 ³⁾
е. прасувальні, декатирувальні	Г – 0,8	IV	-	300	-	40 ¹⁾	10	3,0 ³⁾	1,0 ³⁾	1,8 ³⁾	0,6 ³⁾

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
93. Пункти прокату											
а. приміщення для відвідувачів	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
б. комори	Г – 0,8	В-1	-	150	-	-	-	-	-	-	-
94. Ремонтні майстерні											
а. виготовлення й ремонт головних уборів, кушнірські роботи	Г – 0,8	Па	$\frac{2000^{3)}}{750}$	750	-	20 ¹⁾	10	4,0 ³⁾	1,5 ³⁾	2,4 ³⁾	0,9 ³⁾
б. ремонт взуття, галантереї, металовиробів, виробів із пластмаси, побутових електроприладів	Г – 0,8	Ша	$\frac{2000^{3)}}{300}$	-	-	40 ¹⁾	10	4,0 ³⁾	1,5 ³⁾	2,4 ³⁾	0,9 ³⁾
в. ремонт годинників, ювелірні і гравірувальні роботи	Г – 0,8	Пб	$\frac{3000}{300}$	-	-	20 ¹⁾	10	4,0 ³⁾	1,5 ³⁾	2,4 ³⁾	0,9 ³⁾
г. ремонт фото-, кіно-, радіо- і телеапаратури	Г – 0,8	Пв	$\frac{2000}{200}$	-	-	20 ¹⁾	10	4,0 ³⁾	1,5 ³⁾	2,4 ³⁾	0,9 ³⁾
95. Студія звукозапису											
а. приміщення для запису і прослуховування	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
б. фонотеки	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	-	-	-	-	-	-
Готелі											
96. Бюро обслуговування	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,0 ³⁾	0,5 ³⁾	1,2 ³⁾	0,3 ³⁾
97. Приміщення чергового обслуговуючого персоналу	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,0 ³⁾	0,5 ³⁾	1,2 ³⁾	0,3 ³⁾
98. Вітальні, номери	Г – підлога	В-1	-	150	-	-	10	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	-	-

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заклади охорони здоров'я											
Операційний блок, реанімаційний зал, перев'язочні, пологові відділення											
99. Операційна, приміщення гіпотермії	Г – 0,8	А-2	-	400	-	40	10	-	-	-	-
100. Родова, діапізаційні, реанімаційні зали, перев'язувальні	Г – 0,8	А-1	-	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
101. Кабінет ангиографії	Г – 0,8	А-1	-	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
102. Передопераційна	Г- 0,8	Б-1	-	300	-	40	15	3,0	1,0	1,8	0,6
103. Монтажні апаратів штучного кровообігу, штучної нирки тощо	Г- 0,8	Па	-	400	-	20 ¹⁾	10	4,0 ³⁾	1,5 ³⁾	2,4 ³⁾	0,9 ³⁾
104. Приміщення зберігання крові	Г- 0,8	VIIIa	-	200	-	40 ¹⁾	10	-	-	-	-
105. Приміщення зберігання і приготування гіпсу	Г- 0,8	VIIIб	-	75	-	-	-	-	-	-	-
Кабінети лікарів											
106. Кабінети хірургів, акушерів, гені кологів, травматологів, педіатрів, інфекціоністів, дерматологів; оглядові, приймально-оглядові блоки	Г- 0,8	А-1	-	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
107. Кабінети лікарів в амбулаторно-поліклінічних закладах, які не наведені вище	Г- 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
108. Темні кімнати офтальмологів	Г- 0,8	-	-	-	-	40 ³⁾	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Відділення функціональної діагностики та відновного лікування											
109. Кабінети функціональної діагностики, ендоскопічні кабінети	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
110. Фотарії, кабінети фізіотерапії, масажу, лікувальної фізкультури	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
111. Кабінети											
а. рентгено-бронхоскопії, та лапароскопії	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
б. гідротерапія, лікувальні ванни, душові зали	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
в. трудотерапії	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
г. для лікування сном	Г – 0,8	Ж-2	-	50	-	-	-	-	-	-	-
112. Приміщення для підготовки парафіну, озокериту, обробки прокладок, прання та сушіння простирадл, полотен, брезентів, регенерації грязі	Г – 0,8	VIIIб	-	75	-	-	-	-	-	-	-
Рентгенівське відділення											
113. Рентгенодіагностичний кабінет	Г – 0,8	-	-	50 ³⁾	-	-	-	-	-	-	-
114. Кабінети флюорографії, рентгенівських знімків	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
115. Кабінети для роздягання	Г – 0,8	Ж-1	-	75	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Радіологічне відділення											
116. Радіометрична, дозиметрична, кабінети терапії випромінюванням високих енергій, сканерна	Г-0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
117. Кабінет гамма терапії	Г-0,8	А-2	-	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7
118. Конденсаторна	Г-0,8	VIIIб	-	75	-	-	-	-	-	-	-
119. Сховище радіоактивних речовин	Г-0,8	VI	-	150 ¹⁾	-	40 ¹⁾	10	-	-	-	-
120. Сховище зберігання радіоактивних відлень і витримки радіоактивних відходів	Г-0,8	VIIIб	-	75	-	-	-	-	-	-	-
Палати:											
121. Палати дитячих відлень, для новонароджених, інтенсивної терапії, післяопераційні, палати матері і дитини	Г - підлога	Б-2	-	200	-	25	10	3,0 ²⁾	1,0 ²⁾	-	-
122. Інші палати та спальні	Г - підлога	В-2	-	100	-	25	10	2,0	0,5	-	-
123. Прийомні фільтри і бокси	Г - підлога	В-2	-	100	-	25	10	-	-	-	-
Лабораторії медичних установ											
124. Приміщення прийому, видачі та реєстрації аналізів	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
125. Лабораторії проведення аналізів, кабінети, серологічних досліджень, колориметричні	Г – 0,8	А-1	-	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
126. Препараторські, лаборантські, загальноклінічних, гематологічних, біохімічних, бактеріологічних, гістологічних та цитологічних лабораторій, кабінети взяття проб, центрифужна	Г-0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
127. Кімната зберігання реактивів і лаборантського посуду	Г-0,8	VIIIБ	-	100 ⁵⁾	-	-	-	-	-	-	-
128. Кабінети з кабінами зондування та взяття шлункового соку	Г-0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,	0,7	1,5	0,4
129. Складувна	Г-0,8	VII	-	200	-	40 ¹⁾	10	3,0	1,0	1,8	0,6
130. Приміщення зубних техніків, гіпсові, полімерізаційні	Г-0,8	Па	$\frac{2000}{200}$	500	-	20 ¹⁾	10	-	-	4,2	1,5
Аптеки											
131. Площа для відвідувачів у залі обслуговування	Г-0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	1,5	0,4
132. Рецептурний відділ, відділ ручного продажу, оптики, готових лікарських засобів	Г-0,8	Б-1	-	300	-	40	10	-	-	1,8	0,6

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
133. Асистентська, асептична, аналітична, фасувальна, заготівельна концентратів і напівфабрикатів, контрольно-маркувальна	Г – 0,8	A-1	$\frac{600}{400}$	500	-	40	10	-	-	2,4	0,9
134. Стерилізаційна, мийна	Г – 0,8	VI	-	200	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
135. Приміщення зберігання лікарських та перев'язувальних засобів, посуду	Г – 0,8	VIIIб	-	100 ⁵⁾	-	-	-	-	-	-	-
136. Приміщення зберігання кислот, дезінфекційних засобів, горючих і легкозаймистих рідин	Г – 0,8	VIIIб	-	75	-	-	-	-	-	-	-
137. Комора тари	Г – 0,8	VIIIб	-	50	-	-	-	-	-	-	-
Стерилізаційні та дезінфекційні відділення											
138. Стерилізаційна-автоклавна, приміщення прийому і зберігання матеріалів	Г – 0,8	VI	-	200	-	40 ¹⁾	10	-	-	-	-
139. Приміщення підготовки інструментів	Г – 0,8	VI	-	200	-	40 ¹⁾	10	3,0	1,2	1,8	0,6
140. Приміщення ремонту і заточування інструментів	Г – 0,8	IIIa	$\frac{750}{200}$	200	-	40 ¹⁾	10	-	-	3,0	1,2
141. Приміщення дезінфекційних камер	Г – 0,8	VIIIб	-	75	-	-	-	-	-	-	-
142. Приміщення для зберігання дезінфекційних засобів	Г – 0,8	VIIIв	-	50	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Патологоанатомічне відділення											
143. Секційна	Г – 0,8	А-2	-	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7
144. Передсекційна, фіксаційна		Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
145. Приміщення для одягання трупів, траурний зал	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
146. Приміщення зберігання трупів, похоронних засобів	Г – 0,8	VIIIб	-	5-0	-	-	-	-	-	-	-
Санітарно-епідеміологічні центри											
147. Диспетчерські, приміщення зберігання та видачі готових приманок, дезінфекційних засобів і бактерійних препаратів, фасувальні	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
148. Приміщення зберігання біологічних, лікувальних, діагностичних препаратів, реактивів, дезінфікуючих засобів і кислот	Г – 0,8	В-2	-	100	-	60	10	-	-	-	-
149. Приміщення зберігання дезінфекційної апаратури, інвентарю, білизни	Г – 0,8	VIIIб	-	100 ³⁾	-	-	-	-	-	-	-
150. Кімнати гельмінтологів, ентомологів, вірусологів, бактеріологів, лаборантські, хімічні, біохімічні лабораторії, серологічні бокси, препараторські	Г – 0,8	А-2	-	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
151. Радіологічні, радіохімічні приміщення спектроскопії та полярографії, лабораторії акустики, вібрації, електромагнітних полів, фізіології праці, середоварильні з боксами, термітні	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
152. Мийні	Г – 0,8	VI	-	300 ³⁾	-	40 ¹⁾	10	3,0	1,0	1,8	0,6
153. Приміщення взяття проб	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
154. Кімнати епідеміологів, бактеріологів, бокси серологічних досліджень особливо небезпечних інфекцій	Г – 0,8	А-1	-	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
155. Кімнати зоопарзітологів	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
156. Біопробна, приміщення зберігання поживних середовищ, передбокси	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
157. Приміщення дезкамер, стерильні цехи	Г – 0,8	VI	-	200	-	40 ¹⁾	10	3,0	1,0	1,8	0,6
158. Приміщення спалювання трупів тварин та відходів	Г – 0,8	VIIIб	-	75	-	-	-	-	-	-	-
Віварій											
159. Приміщення для утримання тварин	Г – 0,8	А-2	-	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7
Станції швидкої та невідкладної медичної допомоги											
160. Диспетчерська	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
161. Приміщення радіо-посту	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
162. Приміщення зберігання валіз виїзних бригад	В – 1,0 на стелажах	VIIIБ	-	75	-	-	-	-	-	-	-
163. Приміщення поточно-го запасу медикаментів	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
164. Кімната виїзних бригад	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4
Молочні кухні, роздавальні пункти											
165. Приміщення фільтрації та розливу	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
166. Остаточна	Г – 0,8	В-2	-	100	-	-	-	-	-	-	-
167. Приміщення приготування та фасування продуктів	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
168. Прийом і зберігання посуду, роздавальна	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
Інші приміщення лікувальних установ											
169. Процедурна, маніпуляційна	Г – 0,8	А-1	-	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
170. Кабінети, пости медичних сестер	Г – 0,8	Б-1	-	300	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
171. Кімнати денного перебування, бесід з лікарем, годування дітей	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	2,5	0,7	1,5	0,4

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
172. Апаратна, пульта керування), рентгенівських, радіологічних та інших відділень, приміщення миття, стерилізації, сортування і зберігання білизни	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	-	-
173. Реєстратура	Г – 0,8	Б-2	-	200	-	60	10	-	-	1,5	0,4
174. Коридори медичних установ	Г - підлога	Е	-	150	-	90	-	-	-	-	-
175. Приміщення та місця зберігання переносної апаратури, візків	Г – 0,8	VIIIб	-	75	-	-	-	-	-	-	-
176. Веранди	Г – 0,8	В-2	-	100	-	25	10	-	-	-	-
Вокзали											
177. Зали очікування	Г – 0,8	Г	-	300	100	60	-	3,0	1,0	1,8	0,6
178. Операційні, касові зали, квіткові, багажні каси, відділення зв'язку, операторська, диспетчерська	Г – 0,8	Б-1	-	400	-	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
179. Обчислювальний центр	Г – 0,8	А-2	$\frac{500}{300}$	400	-	15	10	3,5	1,2	2,1	0,7
180. Розподільні зали, вестибюлі	Г – 0,8	Е	-	150	50	90	-	-	-	-	-
181. Кімнати матері і дитини, тривалого перебування пасажирів	Г – 0,8	Б-2									

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Інші приміщення виробничих, допоміжних громадських будівель											
182. Санітарно-побутові приміщення											
а. умивальні, туалети, курильні	Г - підлога	Ж-1	-	75	-	-	-	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
б. душові, гардеробні, приміщення для сушіння, обезпилювання і знешкодження одягу і взуття, приміщення для обігрівання працівників	Г - підлога	Ж-2	-	50	-	-	-	1,0 ³⁾	0,3 ³⁾	0,6 ³⁾	0,2 ³⁾
183. Вестибюльні і гардеробні вуличного одягу											
а. у вишах, школах, театрах, гуртожитках, готелях і головних входах до великих виробничих підприємств та громадських будівель	Г - підлога	Е	-	150	-	90	-	2,0 ³⁾	0,4 ³⁾	1,2 ³⁾	0,3 ³⁾
б. в інших виробничих, допоміжних і громадських будівлях	Г - підлога	Ж-1	-	75	-	-	-	-	-	-	-
184. Сходи											
а. головні сходи, майданчики громадських, виробничих та допоміжних будівель	Г- підлога (майданчики, сходи)	В-2	-	100	-	-	-	2,0	0,5	1,2	0,3
б. інші сходові клітки	Г - підлога	Ж-2	-	50	-	-	-	-	0,1 ³⁾	-	0,1 ³⁾
185. Ліфтові холи в громадських, виробничих і допоміжних будівлях											
	Г - підлога	Ж-1	-	75	-	-	-	-	-	-	-
186. Коридори і проходи											
а. головні проходи і коридори	Г - підлога	Ж-1	-	75	-	-	-	-	0,1 ³⁾	-	0,1 ³⁾
б. інші коридори	Г - підлога	Ж-2	-	50	-	-	-	-	-	-	-

Закінчення таблиці Б.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
187. Машинні відділення ліфтів та приміщення для фреонових установок	Г – 0,8	3-1	-	30 ⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-
188. Горища	Г - підлога	-	-	10 ³⁾⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-
¹⁾ Наведений показник засліпленості. ²⁾ Нормовані значення КГС підвищені в приміщеннях, спеціально призначених для роботи і навчання дітей і підлітків. ³⁾ Нормовані значення встановлені на основі експертних оцінок. ⁴⁾ Норма освітленості дана для ламп розжарювання. ⁵⁾ Норма підвищена внаслідок підвищених санітарних вимог.											
Примітка 1. Наявність нормованих значень освітленості в графах обох систем штучного освітлення вказує на можливість застосування однієї з цих систем. Примітка 2. Знак «-» у відповідній комірці означає, що цей показник не нормується. Примітка 3. При дробовому позначенні освітленості, наведеної в графі 4 таблиці, у чисельнику показана норма освітленості від загального і місцевого освітлення на робочому місці, а в знаменнику – освітленості від загального освітлення приміщення. Примітка 4. При дробовому позначенні показника дискомфорту, наведеного в графі 7 таблиці, у чисельнику показана норма для загальної освітленості від загального у системі комбінованого освітлення, а в знаменнику – освітленість загального освітлення приміщення Примітка 5. При дробовому позначенні коефіцієнта пульсації, наведеного в графі 8 таблиці, у чисельнику показана норма для місцевого освітлення або одного загального освітлення, а в знаменнику – для загального освітлення											

Таблиця Б.11 – Нормовані показники освітленості основних об'єктів комунального призначення

Приміщення	Площина (Г – горизонтальна, В – вертикальна) нормування освітленості та КПО, висота площини над рівнем підлоги, м	Розряд і під- розряд зорової роботи	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення	
			Освітленість робочих по- верхонь		Циліндрично світленість	Показник дискомфорту , М не більше	Коефіцієнт пульсації, К, % не більше	КПО D_H , %		КПО D_H , %	
			при ком- біно- вано- му освіт- ленні	при загаль- ному освіт- ленні				середнє	міні- мальне	середнє	міні- мальне
			4	5	6	7	8	9	10	11	12
Стоянки, ділянки зберігання рухомого складу, депо											
1.Відкриті стоянки, ділянки для зберігання рухомого складу поза вулицею:											
а. без підігріву	Г – покриття	XIII	-	-	5	-	-	-	-	-	-
б. з підігрівом	Г – покриття	XII			10						
2.Приміщення для закри- того зберігання рухомого складу:											
а. транспортні підприєм- ства, депо, закриті стоянки рухомого складу	Г – підлога	VIII ^б ²⁾	-	-	75	60	10	-	-	-	-
б. приміщення для зберігання автомобілів в гаражах, автостоянках, паркінгах для індивіду- ального транспорту	Г – підлога	VIII ^в ²⁾	-	-	50	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	87	9	10	11	12
АЗС, паливні пункти											
3. Зона паливно-роздавальних колонок:											
а. у приміщеннях або під навісом	Г – підлога	VIIIб	-	-	75	60	10	-	-	-	-
	В – 1,11 табло колонок		-	-	50	-	-	-	-	-	-
б. поза будівлями	Г – підлога	X	-	-	30	-	-	-	-	-	-
	В – 1,11 табло колонок	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-
Станції технічного обслуговування транспорту, транспортні підприємства											
4.Оглядові канали:											
а. у приміщенні	Г – днище машини	Vб ³⁾	-	-	200	-	10	-	-	-	-
б. поза будівлями	Г – днище машини	Vб ⁴⁾	-	-	150	-	10	-	-	-	-
5. Ділянки (пости) миття і прибирання рухомого складу:											
а. у приміщенні	Г – підлога	VI	-	-	200	60	10	-	-	1,8	0,6
б. поза будівлями		XII	-	-	10	-	-	-	-	-	-
6. Ділянки діагностування:											
а. легкових автомобілів	Г – 0,8	IIIв	-	-	300	40	10	-	-	3,0	1,2
б. вантажних автомобілів, автобусів, трамваїв, тролейбусів	Г – 0,8	IVв	-	-	200	40	10	-	-	2,4	0,9
7. Ділянки технічного обслуговування (ТО-1, ТО-2) і поточного ремонту:											
а. легкових автомобілів	Г – 0,8	IVв	-	-	200	40	10	-	-	2,4	0,9
б. вантажних автомобілів, автобусів, трамваїв, тролейбусів	Г – 0,8	Vв	-	-	200	40	10	-	-	1,8	0,6

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8. Підйомники	В – 1,0	Vб ³⁾	-	-	200	-	10	-	-	-	-
9. Агрегатні ділянки:											
а. легкових автомобілів	Г – 0,8	ШВ	750	200	300	40	10	-	-	3,0	1,2
б. вантажних автомобілів, автобусів, трамваїв, тролейбусів	Г – 0,8	IVВ	500	200	200	40	10	-	-	2,4	0,9
10. Мийка агрегатів, вузлів, деталей	Г – місце завантаження та розвантаження	VI	-	-	200	60	10	-	-	-	-
11. Ділянки монтажу і ремонт шин, вулканіза- ційна ділянка	Г – 0,8	Vа	-	-	300	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
12. Ковальсько-ресорна ділянка	Г – 0,8	VII	-	-	200	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
13. Зварювально- жерстяницька ділянка	Г – 0,8	IVВ	-	-	200	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
14. Мідницька ділянка	Г – 0,8 (верстак)	VIб	500	200	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
15. Шпалерна ділянка	Г – 0,8	VIа	750	200	300	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
16. Кузовна ділянка	Г – 0,8		-	-	200	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
17. Фарбувальна ділянка:											
а. легкових автомобілів	Г – 0,8	Шб	-	-	300	40	10	-	-	3,0	1,2
б. вантажних автомобілів, автобусів, трамваїв, тролейбусів	Г – 0,8	VIб	-	-	200	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
18. Фарбоприготувальна ділянка	Г – 0,8	Шб	1000	300	300	40	10	-	-	3,0	1,2
19. Деревообробна ділянка	Г – 0,8	ШВ	-	-	300	40	10	-	-	-	-
	Г – зона обробки	ШВ	750	200	300	40	10	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20. Ділянка ремонту електрообладнання та приладів живлення	Г – 0,8	ШБ	100	200	300	40	10	-	-	3,0	1,2
21. Таксометрова ділянка	Г – 0,8	Пв	2000	200	-	20	10	-	-	4,2	1,5
22. Слюсарно-механічна ділянка	Г – 0,8	Пв	-	-	300	20	10	-	-	4,2	1,5
23. Металорізальні верстати:											
а. заточувальні, зубообробні координатно-розточувальні, різьбонакатні, різьботокарні, різьбошліфувальні, токарні, фрезерні	Г – зона обробки	Пв	2000	200	-	20	10	-	-	-	-
б. внутрішліфувальні, круглошліфувальні, плоскошліфувальні, поперечно-стругальні, токарно-гвинтові, токарно-карусельні, токарно-револьверні	Г – зона обробки	Іг	1500	200	-	20	10	-	-	-	-
в. поздовжньо-стругальні, лоботокарні, свердлильні	Г – зона обробки	Іг	1000	200	-	20	10	-	-	-	-
г. протяжні, обрізні	Г – зона обробки	Шв	750	200	-	40	10	-	-	-	-
24. Сушіння автомобілів і автобусів	Г - підлога	VI	-	-	200	60	10	-	-	-	-
25. Приміщення зарядних пристроїв акумуляторних батарей	Г – 0,8	VI ^{б)}	-	-	150	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26. Ремонт акумуляторів електроприміщення	Г – 0,8	IVб	-	-	200	40	10	-	-	-	-
Електроприміщення											
27. Приміщення розподільних пристроїв, диспетчерські, операторні (електрощитові):											
а. з постійним чергуванням	Г – 0,8	IVГ ²⁾	750	200	200	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
	Г – стіл оператора	IIIв	-	-	300	-	10	-	-	-	-
	Г, В – 1,5 (пульт керування, шкала приладів)	IVГ ⁶⁾	-	-	150	-	10	-	-	-	-
	В – 1,5 – задня сторона щита	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
б. з періодичним перебуванням людей	Г – 0,8		-	-	150	40	10	-	-	-	-
	Г, В – 1,5 (пульт керування, шкала приладів)	IVГ ⁶⁾	-	-	150	-	10	-	-	-	-
	В – 1,5 – задня сторона щита	IIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
28. Пульти, щити управління:											
а. у приміщеннях:											
-з вимірювальною апаратурою	Г – 0,8 (шкала приладів)	IVГ ²⁾⁶⁾	-	-	150	$\frac{20}{20}$	-	-	-	-	-
	В – 1,5										
-без вимірювальної апаратури	Г – 0,8	IVГ ⁶⁾	-	-	150	20	-	-	-	-	-
б. поза будівлями	В – 1,5 (рукоятки)	IX	-	-	50	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.11

1	2	I	4	5	6	7	8	9	10	11	12
29. Окремо стоячі прилади контролю:											
а. у приміщеннях:											
-з постійним наглядом	Г – 0,8	IVГ	400	200	200	40	10	-	-	-	-
-з періодичним наглядом	В – шкала приладів	IVГ ⁶⁾	-	-	150	60	10	-	-	-	-
б. поза будівлями	Г, В – шкала приладів	IX	-	-	50	-	-	-	-	-	-
30. Приміщення і камери трансформаторів, реакторів, статичних конденсаторів, акумуляторів	В – 1,5	VIIIб	-	-	75	60	10	-	-	-	-
31. Електромашинні приміщення:											
а. з постійним чергуванням персоналу	Г – 0,8	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
	В – 1,5 (на щитах)	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
б. з періодичним перебуванням людей	Г – 0,8	VIIIг	-	-	20	-	-	-	-	-	-
	В – 1,5 (на щитах)	VIIIб	-	-	75	60	10	-	-	-	-
32. Кабельний підвал, кабельний поверх	Г - підлога	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
33. Поверх шин	В – на шинах	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
34. Кабельні шахти	Г - підлога	VIIIг	-	-	20	-	-	-	-	-	-
35. Електрощитові в житлових і громадських будівлях	Г – 0,8	VIIIб	-	-	75	60	10	-	-	-	-
	В – 1,5 (на щитах)										
Приміщення інженерних мереж і інші технічні приміщення											
36. Машинні зали насосних, повітродувні:											
а. з постійним чергуванням персоналу	Г – 0,8	VIIIа ²⁾	-	-	200	40	10	3,0	1,0	0,5	0,3
	В – шкала приладів	IVГ ⁶⁾	-	-	150	-	10	-	-	-	-
	Г – 0,8 (стіл машиніста)	IIIг	400	200	200	-	10	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
б. без постійного чергування персоналу	Г – 0,8		-	-	150	60	10	-	-	-	-
	В – шкала приладів	IV ^Г ⁶⁾	-	-	150	-	10	-	-	-	-
37. Регулююча арматура:											
а. у приміщеннях	В – на торпках, засувках, вентилях, клапанах, петлях	VIII ^Б	-	-	75	-	-	-	-	-	-
б. поза будівлями	Те саме	X	-	-	30	-	-	-	-	-	-
38. Майданчики і сходи котлів, економайзерів, проходи за котлами	Г - підлога	VIII ^В	-	-	50	-	-	-	-	-	-
39. Приміщення подачі палива	Г – 0,8	IV ⁶⁾	-	-	150	60	10	-	-	-	-
40. Приміщення димососів вентиляторів, бункерне відділення	Г, В – 0,8	VI ⁶⁾	-	-	150	60	10	-	-	-	-
41. Конденсаційна, хім-водоочистка, бойлерна, деаераторна, зольне приміщення	Г - підлога	VIII ^В	-	-	75	-	-	-	-	-	-
42. Генераторна	Г - підлога	VIII ^В	-	-	50	-	-	1,0	0,3	0,5	0,2
43. Надбункерне приміщення	Г – 0,8	VIII ^В	-	-	50	-	-	-	-	-	-
44. Приміщення для кондиціонерів, теплові пункти	Г – 0,8	VI ²⁾⁶⁾	-	-	150	60	10	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45. Компресорні (блоки станції, приміщення, зали:											
а. з постійним чергуванням персоналу	Г – 0,8	VI ²⁾⁶⁾	-	-	200	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
	В – шкала приладів	IVГ	-	-	150	-	10	-	-	-	-
	Г – 0,8 (стіл машиніста)	IIIГ	400	200	200	-	10	-	-	-	-
б. без постійного чергування персоналу	Г – 0,8	-	-	-	150	60	10	-	-	-	-
	В – шкала приладів	IVГ ⁶⁾	-	-	150	-	10	-	-	-	-
46. Вентиляційні приміщення і установки:											
а. камери вентиляторів	Г – 0,8	VIIIВ	-	-	50	-	-	-	-	-	-
б. відсіки для колориферів і фільтрів	Г – 0,8	VIIIГ	-	-	20	-	-	-	-	-	-
47. Галереї і тунелі струмопроводів, транспортерів, конвеєрів, тунелі кабельні, теплофікаційні, масляні, пульпопровідні, водопровідні	Г - підлога	VIIIГ	-	-	20	-	-	-	-	-	-
48. Насоси підземні	Г – 0,8	VIIIВ	-	-	50	-	-	-	-	-	-
49. Водонапірні башти	Г - підлога	VIIIВ	-	-	50	-	-	-	-	-	-
50. Приміщення повітродувок і компресорів, решіток, дробарок, барабанних сіток і мікрофільтрів	Г – 0,8	VIГ ⁶⁾	-	-	150	40	10	-	-	-	-
51. Приміщення приготування реагентів	Г – 0,8	VIIIа	-	-	200	40	20	-	-	0,5	0,3

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
52. Фільтрувальний зал:											
а. верхній майданчик	Г - підлога	VIIIa	-	-	200	40	10	-	-	1,8	0,6
б. нижній і проміжні майданчики	В – 1,0 (шафи управління, засувки, вентиля)	VIIIб	-	-	75	-	-	-	-	-	-
53. Пісколовки, біофільтри, преаератори, аеротенки, відстійники тощо, споруди очищення стічної води:											
а. у будівлях	Поверхня споруди	VIIIг	-	-	20	-	-	-	-	-	-
б. поза будівлями	Поверхня споруди	XII	-	-	2	-	-	-	-	-	-
54. Майданчики механізмів шаф управління, розподільних камер, прохідні майданчики:											
а. у будівлях	Г – 0,8	VIIIб	-	-	75	-	-	-	-	-	-
б. поза будівлями	Г – 0,8	XII	-	-	10	-	-	-	-	-	-
55. Приміщення вакуум-фільтрів, центрифуг, фільтр-пресів	Г – 0,8	IVг ⁶⁾	-	150	-	-	-	-	-	1,8	0,6
56. Майданчики гідроциклонів	Г – 0,8	VIIIa	-	-	200	-	-	-	-	-	-
57. Приміщення сушіння осаду (барабанні сушіла)	Г – 0,8	IVг ⁶⁾	-	-	150	-	-	-	-	1,8	0,6
58. Камера перемикання метатенків	В – 1,0	VIIIб	-	-	75	-	-	-	-	-	-
59. Електролізерні	Г – 0,8	VIIIa	-	-	200	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Склади											
60. Склади, комори ма-сел лакофарбових мате-ріалів:											
а. з розливом на складі	Г - підлога	VIIIб	-	-	75	-	-	-	-	-	-
б. без розливу на складі	Г - підлога	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
61. Склади, комори хімі-катів, кислот, лугів тощо	Г - підлога	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
62. Склади, комори мета-лу, запчастин, ремонтно-го фонду, готової про-дукції; деталей, що очікують ремонту, інструментальні	Г - підлога	VIIIб	-	-	75	-	-	-	-	-	-
63. Склади зі стелажним зберіганням:											
а. експедиція прийому і видачі вантажу	Г – 0,8	IVб	400	200	200	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
б. транспортно-розпо-дільна система	Г - підлога	IVв ⁶⁾	-	-	150	40	10	-	-	-	-
в. зона сховища:	Г - підлога	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
-в комірках і валах	В	VIIIб	-	-	75	-	-	-	-	-	-
-на стрілках	В	VIIIб	-	-	200	40	10	-	-	-	-
64. Склади, комори, від-криті майданчики під навісом	Г - підлога	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
65. Склади громіздких предметів і сипких матеріалів (пісок, цемент тощо)	Г - підлога	VIIIб	-	-	75	60	10	-	-	-	-

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
66. Вантажопідйомні механізми (кран-балки, тельфери, мостові крани тощо):											
а. у приміщенні	Г, В. – пульт управління	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
	В – гак крана	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
	Г – ділянки прийому і подачі обладнання і деталей										
б. поза будівлями	Г, В. – пульт управління	X	-	-	30	-	-	-	-	-	-
	В – гак крана	XI	-	-	10	-	-	-	-	-	-
	Г – ділянки прийому і подачі обладнання і деталей	XI	-	-	10	-	-	-	-	-	-
67. Зливно-наливні естакади	Г – підлога	XII	-	-	5	-	-	-	-	-	-
	Г – горловина цистерни	XI	-	-	20	-	-	-	-	-	-
68. Сортування і комплектація вантажів	Г – 0,8	IVб	-	-	200	-	-	-	-	-	-
69. Завізна комора	Г - підлога	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
70. Рампа:											
а. в будівлі	Г - підлога	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
б. поза будівлею	Г - підлога	XII	-	-	10	-	-	-	-	-	-
71. Дебаркадер	Г - підлога	VIIIб	-	-	75	-	-	-	-	-	-
Пожежні депо											
72. Зони стоянки рухомого складу	Г - підлога	VIIIб	-	-	75	60	10	3,0	1,0	0,7	0,2

Закінчення таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
73. Пост технічного обслуговування	Г - підлога	Vб	-	-	200	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
74. Апаратна	Г – 0,8	IIIв	750	200	300	40	10	-	-	3,0	1,2
75. Пункт зв'язку	Г – 0,8	IIIб	1000	200	300	40	10	-	-	3,0	1,2
76. Приміщення зарядки регенеративних патронів	Г – 0,8	VI	-	-	200	60	10	3,0	1,0	1,8	0,6
77. Сушіння рукавів	Г – 0,8	VIIIв	-	-	50	-	-	-	-	-	-
78. Мийка рукавів	Г – 0,8	VIIIа			200	60	10				
Районні управління з експлуатації будівель											
79. Диспетчерське пункти	Г – 0,8	VIIIа	-	-	200	40	10	-	-	-	0,6
	В – 1,5 (пульти, щити)		-	-	100	-	-	-	-	-	-
¹⁾ Наведений показник засліпленості. ²⁾ Нормовані значення КГС підвищені в приміщеннях, спеціально призначених для роботи і навчання дітей і підлітків. ³⁾ Нормовані значення встановлені на основі експертних оцінок. ⁴⁾ Норма освітленості дана для ламп розжарювання. ⁵⁾ Норма підвищена внаслідок підвищених санітарних вимог.											
Примітка 1. При дробовому позначенні коефіцієнта пульсації, наведеного в графі 8 таблиці, у чисельнику показана норма для місцевого освітлення або одного загального освітлення, а в знаменнику – для загального освітлення. Примітка 2. Наявність нормованих значень освітленості в графах обох систем штучного освітлення вказує на можливість застосування однієї із цих систем. Примітка 3. Знак «-» у відповідній чарунці означає, що цей показник не нормується											

Таблиця Б.12 - Значення коефіцієнту світлового клімату m

Світло-кліматичний район (рис. Л.1)	Значення m для світло прорізів								
	Вертикальних, орієнтованих на:								орієнтованих на зеніт
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
I	0,95	0,98	1,02	1,04	1,05	1,04	1,02	0,98	1,01
II	1,00	1,04	1,09	1,11	1,12	1,12	1,10	1,04	1,08
III	1,06	1,11	1,18	1,22	1,24	1,22	1,19	1,12	1,16
IV	1,15	1,21	1,29	1,32	1,33	1,32	1,30	1,22	1,27

Примітки. 1. При розташуванні світлопрорізів у площинах, нахилених до горизонту під кутом α , град, значення m визначається за формулою

$$m = \frac{m_1 \alpha + m_2 (90 - \alpha)}{90},$$

де m_1 – коефіцієнт світлового клімату для вертикального світлопрорізу відповідного типу та орієнтації у даному районі світлового клімату; m_2 – коефіцієнт світлового клімату для світлового прорізу, орієнтованого на зеніт, у даному районі.

2. Орієнтація світлопрорізів визначається азимутом A – кутом в плані між напрямом на північ та вектором, спрямованим зсередини приміщення назовні, перпендикулярно площині світлопрорізу; відраховується від напрямку на північ за годинниковою стрілкою: Пн – північна ($0 < A \leq 22,5^\circ$; $337,5 < A \leq 360^\circ$); ПнС – північно-східна ($22,5 < A \leq 67,5^\circ$); С – східна ($67,5 < A \leq 112,5^\circ$); ПдС – південно-східна ($112,5 < A \leq 157,5^\circ$); Пд – південна ($157,5 < A \leq 202,5^\circ$); ПдЗ – південно-західна ($202,5 < A \leq 247,5^\circ$); З – західна ($247,5 < A \leq 292,5^\circ$); ПнЗ – північно-західна ($292,5 < A \leq 337,5^\circ$).

3. Коефіцієнт m для фасадів протилежних будинків визначається аналогічно в залежності від азимуту A фасаду.

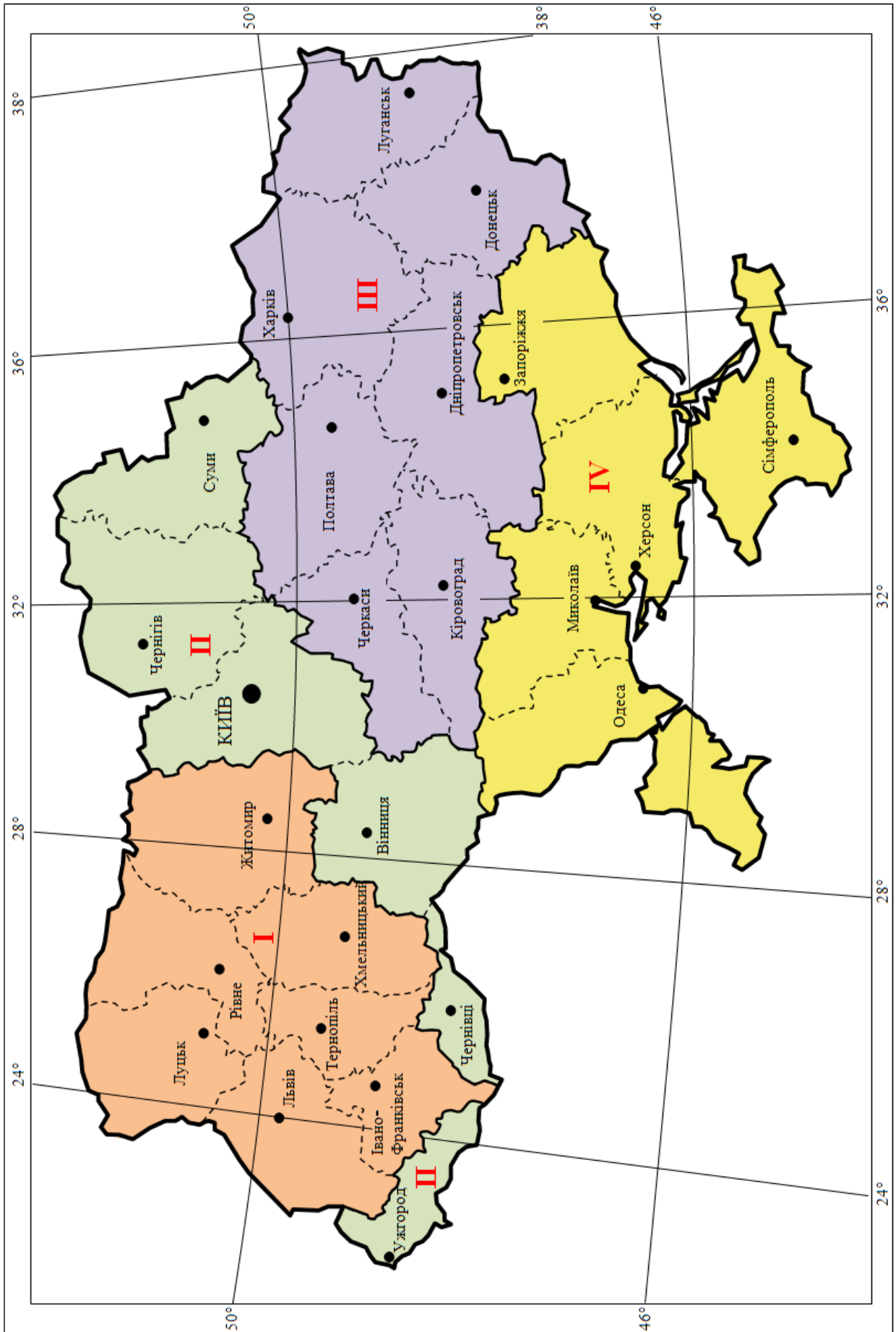


Рисунок Б.1 – Пояси світлового клімату України.

Таблиця Б.13 – Коефіцієнти запасу для природного і штучного освітлення

Приміщення та території	Приклади приміщень	Штучне освітлення			Природне освітлення			
		Коефіцієнт запасу K_3			Коефіцієнт запасу K_3			
		Кількість чищень світильників за рік			Кількість чищень скла світлових отворів за рік			
		Експлуатаційна група світильників за додатком В			Кут нахилу світлопропускнуго матеріалу до горизонту, град			
		1-4	5-6	7	0-15	16-45	46-75	76-90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Виробничі приміщення з повітряним середовищем, які містять в робочій зоні: а) більше ніж 5 мг/м^3 пилу, диму, кіптяви	Агломераційні фабрики, цементні заводи і обрубувальні відділення ливарних цехів	$\frac{2,0}{18}$	$\frac{1,7}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{2,0}{4}$	$\frac{1,8}{4}$	$\frac{1,7}{4}$	$\frac{1,5}{4}$
б) від 1 до 5 мг/м^3 пилу, диму, кіптяви	Цехи ковальські, ливарні, мартенівські, збірного залізобетону	$\frac{1,8}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,6}{3}$	$\frac{1,5}{3}$	$\frac{1,4}{3}$
в) менше ніж 1 мг/м^3 пилу, диму, кіптяви	Цехи інструментальні, складальні, механічні, механоскладальні, пошивні	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{2}$
г) великі концентрації пару, кислоти, лугів, газів, спроможних при зіткненні з вологою утворювати слабкі розчини кислот, лугів, а також які мають велику корозійну спроможність	Цехи хімічних заводів із виготовлення кислот, лугів, їдких хімічних реактивів, ядохімікатів, добрив, цехи гальванічних покриттів і різних галузей промисловості з застосуванням електролізу	$\frac{1,8}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{1,5}{3}$

Продовження таблиці Б.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2. Виробничі приміщення з особливим режимом чистоти повітря при обслуговуванні світильників:								
а) з технічного поверху		$\frac{1,3}{4}$	–	–	–	–	–	–
б) знизу з приміщення		$\frac{1,4}{2}$	–	–	–	–	–	–
3. Приміщення громадських та житлових будинків:								
а) запилені з високою температурою, високою вологістю;		$\frac{1,7}{2}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{1,6}{3}$
б) з нормальними умовами середовища		$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{1}$	$\frac{1,2}{1}$
4. Території з повітряним середовищем, яке містить:								
а) велику кількість пилу (більше ніж 1 мг/м ³)	Території металургійних, хімічних, гірничодобувних підприємств, шахт, рудників, залізничних станцій та прилеглих до них вулиць та доріг	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,5}{4}$	–	–	–	–
б) невелику кількість пилу (менше ніж 1 мг/м ³)	Території виробничих підприємств, крім зазначених в пункті «а» і цивільних будівель	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	–	–	–	–

Закінчення таблиці Б.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5. Населені пункти	Вулиці, площі, шляхи, території житлових районів, парки, бульвари, пішохідні тунелі, фасади будівель, пам'ятники	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	–	–	–	–
	Транспортні тунелі	–	$\frac{1,7}{2}$	$\frac{1,7}{2}$	–	–	–	–

Примітка 1. Значення коефіцієнта запасу, які вказані в гр. 6-9, помножити на 1,1 - при застосуванні візерунчастого скла, склопластика, армоплівки та матованого скла, а також при використанні світлових отворів для аерації; на 0,9 - при використанні прозорого органічного скла.

Примітка 2. Значення коефіцієнта запасу, які вказані в гр. 3, знижувати при однозмінній роботі за поз. 1б, 1г - на 0,2; за поз. 1в - на 0,1; при двозмінній роботі - за поз. 1б, 1г - на 0,15.

Примітка 3. Значення коефіцієнта запасу і кількості чисток для транспортних тунелів, які вказані в гр. 2, наведені з урахуванням використання тільки світильників конструктивної світлотехнічної схеми IV відповідно додатку В.

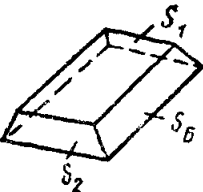

Таблиця Б.14 – Значення світлової активності η_B вікон при боковому освітленні

Відношення довжини приміщення l_n до його глибини B	Значення η_e при відношенні глибини приміщення B до його висоти від рівня робочої поверхні до верху вікна h_1							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	-

Таблиця Б.15 – Значення світлової активності прямокутних, трапецієподібних та шедових ліхтарів η_L

Тип ліхтарів	Кількість прогонів	Значення η_L								
		Відношення довжини приміщення L_n до ширини прогону l_1								
		від 1 до 2			від 2 до 4			Більше 4		
		Відношення висоти приміщення H до ширини прогону l_1								
		від 0,2 до 0,4	від 0,4 до 0,7	від 0,7 до 1	від 0,2 до 0,4	від 0,4 до 0,7	від 0,7 до 1	від 0,2 до 0,4	від 0,4 до 0,7	від 0,7 до 1
З вертикальним двобічним заскленням (прямокутні, М-подібні)	1		9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
	2	5,8	7,5	12,8	4	5,1	7,8	3,7	6,4	6,5
	/3	5,2 4,8	6,7	11,4	3,8	4,5	6,9	3,4	4	5,6
З похилим двобічним заскленням	1	3,5	5,2	6,2	2,8	3,8	4,7	2,7	3,6	4,1
	2	3,2	4,4	5,3	2,5	3	4,1	2,3	2,7	3,4
	/3	3	4	4,7	2,35	2,7	3,7	2,1	2,4	3
З вертикальним однобічним заскленням (шеди)	1	6,4	10,5	15,2	5,1	7,6	10	4,9	7,1	8,5
	2	6,1	8	11	4,7	5,5	6,6	4,35	5	5,5
	/3	5	6,5	8,2	4	4,3	5	3,6	3,8	4,1
З нахиленим однобічним заскленням (шеди)	1	3,8	4,55	6,8	2,9	3,4	4,5	2,5	3,2	3,9
	2	3	4,3	5,7	2,3	2,9	2,5	2,15	2,65	2,9
	/3	2,7	3,7	5,1	2,2	2,5	3,1	2	2,25	2,5

Таблиця Б.16 – Значення світлової активності η_d світлових прорізів у площині покриття

Схеми ліхтарів	Відношення площі вихідного отвору S_2 до суми площ вхідного отвору S_1 і бокової поверхні прорізу S_6	Індекс приміщення i									
		0,5	0,7	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
 	0,05	25	19	16	14,3	13,3	12	11,5	11	10,5	10
	0,1	13	10,3	8,5	7,7	7	6,3	6	5,8	5,5	5,4
	0,2	7	5,6	4,6	4,2	3,8	3,4	3,3	3,1	3	2,9
	0,3	5	4	3,3	2,9	2,7	2,4	2,3	2,2	2,1	2
	0,4	4,2	3,3	2,7	2,4	2,2	2	1,9	1,85	1,8	1,7
	0,5	3,7	2,9	2,4	2,1	2	1,8	1,7	1,6	1,55	1,5
	0,6	3,3	2,6	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,45	1,4	1,3
	0,7	3,1	2,4	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,35	1,3	1,25
	0,8	2,9	2,3	1,9	1,7	1,55	1,4	1,35	1,3	1,2	1,2
0,9	2,8	2,2	1,8	1,6	1,5	1,35	1,3	1,25	1,2	1,15	
<p>Примітка. Індекс приміщення</p> $i = \frac{l_n b}{H(l_n + b)},$ <p>де l_n – довжина приміщення вздовж осі прогонів; b – ширина приміщення; H – висота покрівлі над робочою поверхнею</p>											

Таблиця Б.17 – Значення коефіцієнта $K_{буд}$

Відношення відстані між будинками P до висоти $H_{буд}$ розташування карнизу протилежного будинку над підвіконням приміщення, що розраховується	$K_{буд}$
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1
3 і більше	1

Таблиця Б.18 – Значення коефіцієнта r_1

Відношення глибини приміщення B до висоти від рівня робочої поверхні до верху вікна h_1	Відношення відстані l розрахункової точки від зовнішньої стіни до глибини приміщення B	Значення r_1								
		Середньозважений коефіцієнт світловідбивання $\rho_{сер}$ стелі, стін та підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення l_n до його глибини B								
		0,5	1	/2	0,5	1	/2	0,5	1	/2
Від 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
Більше 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
Більше 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
Більше 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5

Таблиця Б.19 – Значення коефіцієнта r_2

Відношення висоти приміщення від робочої поверхні до нижньої грані засклення H_n , до ширини прогону l_1	Значення коефіцієнта r_2								
	Середньозважений коефіцієнт світловідбивання $\rho_{сер}$ стелі, стін та підлоги								
	0,5			0,4			0,3		
	Кількість прогонів								
	1	2	/3	1	2	/3	1	2	/3
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

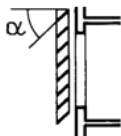
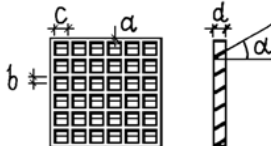
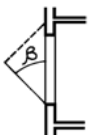
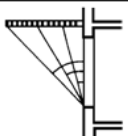
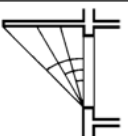
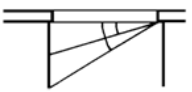

Таблиця Б.20 – Значення коефіцієнта τ_1

Вид світлопрозорого матеріалу	Значення τ_1
Скло безкольорове завтовшки, мм	
2,0	0,89
3,0	0,88
4,0	0,87
5,0	0,86
6,0	0,85
8,0	0,83
10	0,81
12	0,79
15	0,76
19	0,72
25	0,67
Скло листове армоване	0,6
Скло листове візерункове	0,65
Скло сонцезахисне	0,65
Скло спектрально-селективне	0,75
Органічне скло:	
прозоре	0,9
молочне	0,6
Склоблоки:	
світлорозсіювальні	0,5
світлопроникні	0,55
Склопрофіліт:	
швелерного перерізу	0,8
коробчастого перерізу	0,65
Примітки. 1. Якщо світлопрозоре заповнення світлопрорізу складається з кількох шарів скла, то його коефіцієнт пропускання світла визначається як добуток коефіцієнтів пропускання світла кожного шару.	
2. Значення коефіцієнтів τ_1 і τ_2 для профільного скла і конструкцій з нього слід приймати відповідно до Вказівок з проектування, монтажу та експлуатації конструкцій з профільного скла.	
3. Для світлопрозорих матеріалів, що не увійшли у таблицю, значення τ_1 слід приймати за сертифікатами, або визначати лабораторним шляхом згідно з ДСТУ Б В.2.6-20.	

Таблиця Б.21 – Значення коефіцієнта τ_3

Несучі конструкції покриття	Значення τ_3
Стальні ферми	0,9
Залізобетонні і дерев'яні ферми і арки	0,8
Балки і рами суцільні при висоті перерізу:	
50 см і більш	0,8
менш 50 см	0,9

Таблиця Б.22 – Значення коефіцієнта τ_4

№ схеми	Схема	Значення τ_4	№ схеми	Схема	Значення τ_4						
1	 <p>Горизонтальні жалюзі</p> <p>$\alpha = 0^\circ$ $\alpha = 45^\circ$</p>	0,75 0,35	7	<p>Стільникоподібні</p> 							
2	 <p>Маркізи напівпрозорі</p> <p>$\beta = 45^\circ$</p>	0,4									
3	 <p>Козирок решітчастий</p> <p>$\beta = 45^\circ$ $\beta = 30^\circ$ $\beta = 15^\circ$</p>	0,65 0,82 0,95									
4	 <p>Козирок суцільний</p> <p>$\beta = 45^\circ$ $\beta = 30^\circ$ $\beta = 15^\circ$</p>	0,6 0,8 0,95									
5	 <p>Вертикальні екрани</p> <p>$\gamma = 15^\circ$ $\gamma = 30^\circ$</p>	0,95 0,85									
6	 <p>Вертикальні жалюзі</p> <p>$\gamma = 45^\circ, \alpha = 90^\circ$ $\gamma = 45^\circ, \alpha = 45^\circ$</p>	0,70 0,60									
					α		a	b	c	d	
					0°		1	11	11	5	0,57
					30°		1	8	37	5	0,61
					45°		1	7	24	5	0,54
					15°		1	9	37	7	0,62
					15°		1	10	37	5	0,70
					45°		1	7	37	5	0,55
					0°		1	11	11	7	0,48
					30°		1	8	37	7	0,54
					30°		1	7	24	7	0,52
					45°		1	5	37	7	0,45
					15°		1	9	37	10	0,61
					30°		1	6	37	10	0,50
			45°	1	7	37	7	0,57			
			15°	1	10	37	10	0,56			
			15°	1	9	24	10	0,49			
			45°	1	2	37	10	0,32			

Таблиця Б.23 – Значення коефіцієнтів відбивання

Вид поверхні	Позначення	Коефіцієнт відбивання
Стеля	ρ_c	0,7 ÷ 0,9
Стіни	$\rho_{ст}$	0,5 ÷ 0,8
Підлога	$\rho_{п}$	0,2 ÷ 0,4
Робоча поверхня	$\rho_{рп}$	0,2 ÷ 0,7

Таблиця Б.24 – Світлові характеристики світлодіодних ламп

Потужність світлодіодної лампи, Вт	Світловий потік, лм
3	250
5	400
8	700
14	1300
22	2100

Таблиця Б.25 – Характеристики світлових приладів

Тип джерела світла	Колірна температура, К	Світлова віддача, лм/Вт, не менше, при мінімально допустимих індексах кольоропередач			
		$R_a \geq 80$	$R_a \geq 60$	$R_a \geq 45$	$R_a \geq 25$
Люмінесцентні лампи	2700-6500	70	75	-	-
Компактні люмінесцентні лампи	2700-6500	65	-	-	-
Металогалогенні лампи	2700-6500	75	90	-	-
Дугові ртутні лампи	4000-6500	-	-	55	-
Натрієві лампи високого тиску	2100-2400	-	75	-	100
Світлодіодні лампи	2700-3500	85	100	-	-
Світлодіодні лампи	4000-5700	90	100		
Світлодіодні лампи	5700-6500	90	110		
Світлодіодні світильники з розсіювачами елементами та вторинною оптикою	2700-3500	85	100	-	-
Світлодіодні світильники з розсіювачами елементами та вторинною оптикою	4000-5700	90	100		
Світлодіодні світильники	5700-6500	90	100		

Таблиця Б.26 – Мінімальна висота встановлення світильників за умовами зменшення осліплення

Світло-розподілення світильників	Найбільший світловий потік ламп у світильниках, встановлених на одній опорі, лм	Найменша висота встановлення світильників, м
Напівшироке	Менше ніж 6 000	7,0
	Від 6 000 до 10 000	7,5
	Понад 10 000 до 20 000	8,0
	Понад 20 000 до 30 000	9,0
	Понад 30 000 до 40 000	10,0
	Понад 40 000	11,5
Широке	Менше ніж 6 000	7,5
	Від 6 000 до 10 000	8,5
	Понад 10 000 до 20 000	9,5
	Понад 20 000 до 30 000	10,5
	Понад 30 000 до 40 000	11,5
	Понад 40 000	13

Таблиця Б.27 – Максимально дозвільна питома встановлена потужність штучного освітлення в приміщеннях цивільних будівель

Освітленість на робочій поверхні, лк	Індекс приміщення	Максимально допустима питома встановлена потужність, Вт/м ² , не більше ніж
500	0,6	42
	0,8	39
	1,25	35
	2,0	31
	3 і більше ніж	28
400	0,6	30
	0,8	28
	1,25	25
	2,0	22
	3 і більше ніж	20
300	0,6	25
	0,8	23
	1,25	20
	2,0	18
	3 і більше ніж	16
200	0,6 - 1,25	18
	1,25-3,0	14
	Більше ніж 3	12
150	0,6-1,25	15
	1,25-3,0	12
	Більше ніж 3	10
100	0,6- 1,25	12
	1,25-3,0	10
	Більше ніж 3	8

Примітка. Значення в таблиці наведені з урахуванням споживання потужності пускорегулювальних пристроїв, а також пристроїв керування освітленням.

Таблиця Б.28 – Максимально припустимі питомі встановлені потужності штучного освітлення в виробничих приміщеннях

Освітленість на робочій поверхні, лк	Індекс приміщення	Максимальна допустима питома встановлена потужність, Вт/м ² , не більше
750	0,6	37
	0,8	30
	1,25	27
	2,0	25
	3,0 і більше	23
500	0,6	15
	0,8	14
	1,25	13
	2,0	11
	3,0 і більше	10
400	0,6	15
	0,8	14
	1,25	13
	2,0	11
	3,0 і більше	10

Закінчення таблиці Б.28

300	0,6	13
	0,8	12
	1,25	10
	2,0	9
	3,0 і більше	8
200	0,6 – 1,25	11
	1,25 – 3,0	7
	3,0 і більше	6
150	0,6 – 1,25	8
	1,25 – 3,0	6
	3,0 і більше	5
100	0,6 – 1,25	7
	1,25 – 3,0	5
	3,0 і більше	4
Значення максимальних питомих потужностей штучного освітлення для приміщень інших розмірів та освітленості визначаються інтерполяцією.		

Таблиця Б.29 – Найбільш допустима яскравість робочої поверхні за умовами віддзеркалення блискавості

Площа робочої поверхні, м ²	Найбільша допустима яскравість, кд/м ²
Менше ніж $1 \cdot 10^{-4}$	2000
Від $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$	1500
Понад $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	1000
Понад $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$	750
Більше ніж $1 \cdot 10^{-1}$	500

Таблиця Б.30 – Відношення осьової сили світла до квадрату встановлення світлового приладу

Нормована освітленість, лк	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50
I_{max} / H^2	100	150	250	300	400	700	1400	2100	3500

Примітка. Якщо напрямки осьових сил світла кількох світлових приладів збігаються, допустимі значення I_{max} / H^2 кожного приладу визначаються діленням табличного значення на кількість світлових приладів

Таблиця Б.31 – Звукопоглинальна здатність стін і перегородок акустично одношарової конструкції

Матеріал конструкції	Товщина, мм	Середня поверхова щільність кг/м ²	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц								Показник ізоляції від повітряного шуму, дБ
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Цегельна кладка (оштукатурена з двох боків)	1/2 цегли	220	32	39	40	42	48	54	60	60	
	1 цегла	420	36	41	44	51	58	64	65	65	
	3/2 цегли	620	41	44	48	55	61	65	65	65	
	2 цегли	820	45	45	52	59	65	70	70	70	
	5/2 цегли	1000	45	47	55	60	67	70	70	70	
Віброцегляна панель 120 мм, оштукатурена з двох боків цементним розчином товщиною 20 мм	160	250	-	34	40	42	48	53	53	-	-4
Віброцегляна панель не оштукатурена	160	280	-	34	41	45	50	54	56	-	-5
	140	240	-	33	40	43	49	54	56	-	-6
Залізобетонна плита	40	100	-	32	36	35	38	47	53	-	-13
	50	125	28	34	35	35	41	48	55	55	
	100	250	34	40	40	44	45	50	60	60	
	160	400	-	43	47	51	60	63	-	-	
	200	500	40	42	44	51	59	65	65	65	
	300	750	44	44,5	50	58	65	69	69	69	
	400	1000	45	47,5	55	61	67,5	70	70	70	
Гіпсобетонна (гіпсолітова) плита	80	115	-	28	33	37	39	44	44	42	-11
	95	135	-	32	37	37	42	48	53	-	
Керамзитобетонна плита	80	100	-	33	34	39	41	52	54	-	-10
	120	150	-	33	37	39	41	54	-	-	-7
Газобетонна плита	240	270	-	39	42	51	56	54	62	-	
Пінобетонна панель (оштукатурена з двох боків)	130	255	-	37	34	46	50	60	65	-	-5

Закінчення таблиці Б.31.

Шлакобетонна панель	250	400	-	30	45	52	59	64	40	-	+1
	140	250	-	-	41	45	49	51	51	-	-3
Шлакоблоки (оштукатурені з обох боків)	220	360	-	42	42	48	54	60	63	-	-1
Армована силікатобетонна панель	140	300	-	34	41	48	55	59	59	-	0
Деревинностружкова плита	20	12	-	23	26	26	26	26	33	-	-
Фанера	3	2,1	7	11	14	19	23	26	27	26	-
	4	3,2	8	12	16	20	24	27	27	27	-
	5	4,0	9	13	17	21	25	28	26	29	-
	8	5,4	12	16	20	24	27	27	27	32	-
	10	8,0	13	17	21	25	28	25	29	33	-
Склопластик	3	5,1	9	13	17	21	25	29	31	32	-
	5	8,5	12	16	20	24	28	31	31	34	-
	8	13,6	15	19	23	27	30	31	33	37	-
	10	17,0	17	21	25	28	31	31	34	38	-
Сталь ¹ (панелі з ребрами жорсткості, розмір чарунок між ребрами не більше 1 × 1 м)	0,7	-	8	15	19	23	26	30	34	37	-
	1	7,8	13	17	21	25	28	32	36	35	-
	2	15,6	16	20	24	28	32	36	35	33	-
	3	23,4	19	23	27	31	35	37	39	39	-
	4	31,2	21	25	29	33	35	34	34	41	-
	5	39,0	22	26	30	34	37	32	36	42	-
	6	46,8	23	27	31	35	37	30	39	43	-
	8	62,4	24	28	32	36	34	33	40	44	-
10	78,0	26	30	34	36	32	36	42	46	-	
Алюмінієво-магнієві сплави (панелі з ребрами жорсткості, розмір чарунок між ребрами не більше 1 × 1 м)	1	2,8	6	10	12	18	22	25	29	28	
	2	5,6	10	14	18	22	26	29	27	25	
	3	8,4	12	16	20	24	28	31	22	30	
	4	11,2	14	18	22	26	29	27	25	32	

Таблиця Б.32 – Координати точок для побудови характеристики звукоізолюючої здатності одношарової огорожі

Середня поверхнева щільність q , кг/м ²	Частота f , кГц					Звукоізолююча здатність R , дБ				
	f_A	f_B	f_C	f_D	f_E	R_A	R_B	R_C	R_D	R_E
Від 90 до 150	0,0315	$\frac{17}{q}$	$\frac{70}{q}$	$\frac{500}{q}$	8	$0,0223q + 23$	35	35	55	55
Від 160 до 200	0,0315	$\frac{24}{q}$	$\frac{75}{q}$	$\frac{600}{q}$	8	$0,0158q + 26$	38	38	60	60
Від 220 до 400	0,0315	$\frac{30}{q}$	$\frac{80}{q}$	$\frac{900}{q}$	8	$0,0126q + 28$	40	40	60	60
Від 500 до 600	0,0315	$\frac{40}{q}$	$\frac{100}{q}$	$\frac{900}{q}$	8	$0,0095q + 30$	42	42	65	65
Від 800 і більше	0,0315	$\frac{52}{q}$	$\frac{100}{q}$	$\frac{1200}{q}$	8	$0,0073q + 33$	45	45	70	70

Таблиця Б.33 – Щільність деяких матеріалів

Матеріал	ρ , кг/м ³	Матеріал	ρ , кг/м ³
Алюміній	2700	Полівінілхлорид	1390
Асфальт	1100-2800	Поліпропілен	900-920
Береза, 15% волог.	650	Полістирол	1050-1100
Бетон	1800-2800	Поліуретан	1210
Вода при 4 ⁰ С	1000	Поліетилен	920-970
Войлок технічний	370	Резина	1300-1800
Гіпс	100-2300	Сталь конструкційна	7850
Граніт	2340-2760	Скло віконне	2400-2600
Дуб, 15% волог.	7200	Скло органічне	1200
Залізобетон	2200-2600	Склотекстоліт	1850-1900
Картон ізоляційний	950-1150	Текстоліт	1300-1400
Корок	220-260	Фанера	600-850
Мармур	2650-2900	Фарфор	2300-2500
Папір	700-1100	Фторопласт	2090-2160
Пісок	1200-1600	Цегла	1400-2000

Таблиця Б.34 – Допустимий час перебування в електричному полі промислової частоти (50 Гц) без застосування засобів захисту (

Час перебування персоналу, год	1	2	3	4	5	6	7	8
Напруженість магнітного поля, кА/м	6,0	4,9	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,4
Магнітна індукція, мТл	7,5	6,13	5,0	4,0	3,13	2,5	2,0	1,75

Методи очистки викидів забруднюючих речовин підприємств в атмосфері

Механічна очистка газів. Газові суміші, що викидаються у повітря промисловими підприємствами, за агрегатним станом токсичних домішок можна класифікувати як грубодисперсні, аерозольні та молекулярні. Грубодисперсна газова суміш містить в своєму складі тверді частинки розміром 100 мкм і більше. Аерозолі містять у своєму складі менші частинки, що завислі у повітрі чи газі: до 10 мкм частинки рідини – це тумани; 0,1 – 5 мкм тверді частинки – це дим. Частинки аерозолів мають малу масу при відносно великій поверхні, тому здатні сорбувати на своїй поверхні електричні заряди і внаслідок цього пересуватися в електричному полі як іони розчинів.

Для очистки повітря від пилу й аерозолів широко використовуються у промисловості пиловловлювачі наступних типів:

- пилоосаджувальні камери, в яких осадження відбувається переважно під дією сил гравітації;
- циклони, в яких тверді частинки осаджуються під дією відцентрових сил, що виникають внаслідок швидкого спірального-поступального руху газового потоку вздовж обмежуючої поверхні апарату;
- промивачі, в яких тверді частки видаляються внаслідок інерційного осадження на краплинках і плівках промиваючої рідини;
- фільтри з перегородками, в яких використовується ефект торкання, інерції та сита;
- електрофільтри, в яких на завислі частинки діють в основному електростатичні сили.

Для тонкої очистки газів від пилу і туману застосовують мокру очистку – промивку газів водою або іншою рідиною. Взаємодія між рідиною і запиленним газом (туманом) відбувається або на поверхні рідкої плівки, що стікає по вертикальній чи нахиленій поверхні (плівкові або насадкові скрубери), або на поверхні краплин (порожні скрубери, скрубери Вентурі).

В електрофільтрах до електродів прикладається висока, до декількох десятків тисяч вольт, напруга постійного струму. Така різниця потенціалів між електродами призводить до іонізації молекул газу та утворення позитивно заряджених іонів та електронів. Іони рухаються до негативного електроду, а вільні електрони – до позитивного осаджувального електроду. Зіткнувшись із частками пилу або краплями, що перебувають у газі, вони передають їм свій заряд, що забезпечує їх притягнення до осаджувального електроду. Внаслідок цього частки пилу і туману осаджуються на електроді. При накопиченні осадженого пилу виводять встряхуванням електродів. При осадженні туману встряхування, як правило, не потрібне, тому що рідина, яка утворюється на електродах, самотійно стікає.

Таблиця Б.35 – Характеристика основних типів установок для пиловловлення

Пиловловлюючі Пристрої	Гідравлічний опір, Па	Відносна вартість очистки	Мінімальний розмір часток, мкм
Циклони інерційні	100 – 300	1	40
Циклони відцентрові	750 – 1250	2 – 3	30
Промивні пристрої	750 – 1500	2,5 – 4	2 – 5
	5000 – 12500	7 – 15	0,1 – 1,0
Фільтри тканинні	750 – 1500	3 – 7,5	0,1
Електрофільтри	100 – 400	5 – 15	0,25 – 1,0

Таблиця Б.36 – Характеристика основних типів туманоустановок

Туманоуловлювачі	Швидкість газу в активній зоні, м/с	Гідравліч- ний опір, кПа	Ефективність очищення, %, для часток з розміром, мкм		
			до 1	– 3	–10
Електрофільтри	0,3–1,5	0,1–0,3	–95	–99	–100
Скрубери Вентурі	50–100	5,0–20,0	–97	–100	–100
Волокнисті фільтри:					
Малошвидкісні	0,01–0,1	0,5–5,0	–99	–100	100
Високошвидкісні	1–10	1,5–8,0	–85	–97	–100
Демістери	2,4–4,5	0,2–1,0	–40	–90	–98

Сорбційна очистка газів. Сорбцією називають поглинання твердим тілом (адсорбція) або рідиною (абсорбція) речовини з оточуючого середовища. Зворотний процес називають десорбцією. Частіше за все його здійснюють підвищенням температури або зниженням тиску речовини, що сорбується. Процеси сорбції проводять періодично (в апаратах з нерухомим шаром сорбенту) і безперервно – в апаратах з рухомим або киплячим шаром сорбенту. Рушійною силою абсорбції є різниця вихідного і рівноважного парціальних тисків компонента, що поглинається.

Поєднання абсорбції, абсорбції з десорбцією дозволяє багаторазово використовувати поглинаючу речовину і виділяти поглинутий компонент у чистому вигляді. Але при очищенні газів у багатьох випадках проводить десорбцію недоцільно, тому що поглинута речовина підлягає знешкодженню.

— На рис. Б.2 зображена схема абсорберу, в який подається знизу забруднений газ, що барботується крізь шар рідини у вигляді бульбашок і виходить у верхній частині апарату вже очищеним. Поглинаюча рідина протирухом подається в апарат через розбризкувач і виходить у нижній частині апарату вже насиченою за компонентом, від якого очищується. Процес абсорбції є гетерогенним, що протікає на межі газ – рідина, тому для його прискорення застосовують різноманітні пристрої, які збільшують поверхню контакту газу з рідиною.

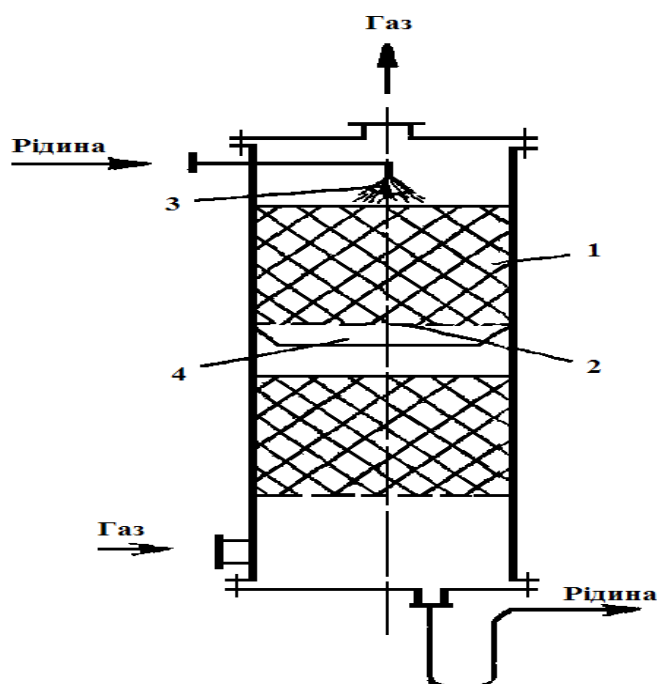
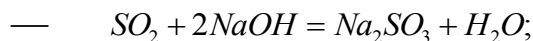


Рисунок Б.2 – Насадковий абсорбер. 1 – насадка; 2- опорна решітка; 3- розподільник рідини; 4- пере розподільвачі рідини.

— Для підвищення ефективності очистки газів замість розчинників застосовують розчини різних хімічних сполук (кислот, лугів, солей), які добре і швидко взаємодіють із забруднюючими компонентами газу. Так, для очистки газів від двооксиду сірки, сірководню при сорбції їх одночасно нейтралізують розчином луку, внаслідок чого отримують водний розчин відповідних солей:



— **Адсорбційний метод** поглинання набув поширення в останні роки у зв'язку з освоєнням виробництва високоефективних адсорбентів: активованого вугілля, силікагелів, цеолітів.

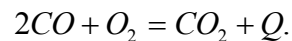
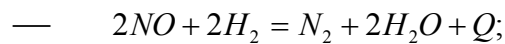
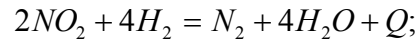
— Найбільшого поширення у промисловості адсорбційні методи набули для захоплення різноманітних органічних розчинників (ацетон, бензол, толуол, ксилол тощо). Захоплення розчинників проводять у рекупераційних установках, ступень уловлювання органічних розчинників становить 95 – 99%, а залишковий їх вміст у газі на виході з адсорберу не перевищує 0,5 г/м³. В якості адсорбенту в цих випадках застосовують виключно активоване вугілля, що обумовлено його гідрофобністю, високою адсорбційною здатністю до парів органічних сполук, невеликою утримуючою здатністю та достатньою власною стійкістю.

— **Каталітичне очищення газів.** Каталітичне очищення газів полягає у хімічному перетворенні шкідливих речовин, що містяться у газових викидах, на нешкідливі у присутності каталізатора. Для каталітичного очищення газовий потік, як правило, пропускають крізь шар каталізатору, з обов'язковим

дотриманням технологічних умов ефективного перетворення (температура, тиск, витік газу тощо). Каталізатори мають специфічну дію, тому перетворенню підлягають тільки ті компоненти, для яких вони призначені.

— Прикладом широкого використання процесу каталітичного перетворення газових викидів є очистка хвостових газів оксидів азоту у виробництві азотної кислоти. У реакторі каталітичного очищення відбуваються наступні хімічні перетворення:

—



—

— Усі ці реакції відбуваються з виділенням тепла. На виході з каталітичного реактора очищений газ містить не більше 0,005% (об.) оксидів азоту і не більше 0,1% (об.) оксиду вуглецю.

Додаток Б.3
ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства
соціальної політики України
14.02.2018 № 207
Зареєстровано в Міністерстві
юстиції України
25 квітня 2018 р.
за № 508/31960

ВИМОГИ

щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями

I. Загальні положення

1. Ці Вимоги поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності, організаційно-правової форми і видів діяльності та встановлюють мінімальні вимоги безпеки та захисту здоров'я під час здійснення роботи, пов'язаної з використанням екранних пристроїв незалежно від їхнього типу та моделі.

2. Ці Вимоги розроблено на основі Директиви 90/270/ЄЕС від 29 травня 1990 року про мінімальні вимоги безпеки та здоров'я при роботі з екранними пристроями (п'ята рамкова Директива у значенні частини 1 статті 16 Директиви 89/391/ЄЕС).

3. Ці Вимоги не обмежують права роботодавця встановлювати більш жорсткі та/або спеціальні вимоги безпеки і захисту здоров'я та життя працівників під час роботи з екранними пристроями, якщо це не суперечить чинному законодавству.

4. Ці Вимоги не поширюються на:

робочі місця здобувачів освіти у комп'ютерних класах (кабінетах, аудиторіях тощо) закладів освіти;

робочі місця пілотів, водіїв або операторів транспортних засобів, обладнані екранними пристроями у системах оброблення даних на борту засобів сполучення, екранні пристрої у складі машин і обладнання, що переміщуються в процесі роботи;

робочі місця працівників, які займаються обслуговуванням, ремонтом і налагодженням екранних пристроїв;

портативні системи оброблення даних, якщо вони не постійно використовуються на робочому місці;

обчислювальні машинки (калькулятори), касові апарати та прилади з невеликими пристроями індикації даних або результатів вимірювання;

цифрові друкувальні машини, обладнані візуальними дисплейними терміналами (дисплейні друкувальні машини);

планшети, смартфони, мобільні телефони.

5. Терміни у цих Вимогах вживаються в таких значеннях:

екранні пристрої - електронні засоби для відтворення будь-якої графічної або алфавітно-цифрової інформації (на основі електронно-променевої трубки, рідкокристалічні, плазмові, проекційні, органічні світлодіодні монітори та інші новітні розробки у сфері інформаційних технологій);

робоче місце (робоча станція) - сукупність устаткування, що включає екранний пристрій, який може доповнюватися клавіатурою або пристроєм введення та/або програмним забезпеченням, що представляє інтерфейс „оператор-дисплей”, іншими приладами (периферійні пристрої, що включають пристрої для електронних носіїв, телефон, модем, друкувальний пристрій, тримач документів, робоче крісло, робочий стіл або робоча поверхня „розумного” столу, а також інше необхідне виробниче середовище).

Інші терміни у цих Вимогах вживаються у значеннях, наведених у Законі України „Про

охорону праці”.

II. Загальні обов'язки роботодавців

1. Роботодавець повинен поінформувати працівників під розписку про умови праці та наявність на їх робочих місцях небезпечних та шкідливих виробничих факторів (фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних), які виникають під час роботи з екранними пристроями та ще не усунуто, а також про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівників відповідно до вимог статті 5 Закону України „Про охорону праці”.

2. Роботодавець повинен забезпечити навчання і перевірку знань працівників з питань охорони праці та безпечного використання екранних пристроїв до початку роботи з ними, а також у випадках модифікації та організації роботи обладнання.

3. Роботодавець повинен вжити відповідних заходів, щоб забезпечити відповідність робочого місця працівника до цих Вимог.

4. Під час облаштування робочого місця працівника з екранними пристроями необхідно обирати таке устаткування, яке не створює зайвого шуму та не виділяє надлишкового тепла. Рівні шуму на робочих місцях осіб, які працюють з екранними пристроями, мають відповідати вимогам Санітарних норм виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 37.

5. Роботодавець повинен за рахунок тривалості робочої зміни організувати внутрішні регламентовані перерви для відпочинку відповідно до Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 3.3.2.007-98, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10 грудня 1998 року № 7 (далі - ДСанПІН 3.3.2.007-98).

6. Роботодавець має забезпечити за свій рахунок проведення медичних оглядів працівників відповідно до вимог Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007 року № 246, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 23 липня 2007 року за № 846/14113.

За результатами цих оглядів роботодавець за потреби повинен забезпечити виконання відповідних оздоровчих заходів.

7. Роботодавець зобов'язаний за необхідності проводити лабораторні дослідження умов праці працівників з метою виявлення шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу (зокрема щодо виявлення ризиків, пов'язаних із погіршенням зору, порушенням фізичного стану, стресом) та вживати заходів щодо усунення виявлених ризиків відповідно до статті 13 Закону України „Про охорону праці”.

III. Вимоги безпеки до робочих місць працівників з екранними пристроями

1. Робочі місця працівників з екранними пристроями мають бути спроектовані так і мати такі розміри, щоб працівники мали простір для зміни робочого положення та рухів.

2. Для забезпечення безпеки та захисту здоров'я працівників усе випромінювання від екранних пристроїв має бути зведене до гранично допустимого рівня (вплив на людину факторів довкілля - шуму, вібрації, забруднювачів, температури тощо, який не спричиняє соматичних або психічних розладів, а також змін стану здоров'я, працездатності, поведінки, що виходять за межі пристосувальних реакцій) з погляду безпеки та охорони здоров'я працівників.

3. Організація робочого місця працівника з екранними пристроями має забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним, антропологічним, психофізіологічним вимогам, а також характеру виконуваних робіт.

4. Освітлення робочого місця працівника з екранними пристроями має створювати відповідний контраст між екраном і навколишнім середовищем (з урахуванням виду роботи) та відповідати вимогам ДСанПІН 3.3.2.007-98.

5. Мікроклімат виробничих приміщень з робочими місцями працівників з екранними пристроями має підтримуватись на постійному рівні та відповідати вимогам Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 42 (далі - ДСН 3.3.6.042-99).

6. Робочий стіл або робоча поверхня повинні бути достатнього розміру та мати поверхню з низькою відбивною здатністю, допускати гнучкість під час розміщення екрана, клавіатури, документів і відповідного устаткування.

7. Робоче крісло має бути стійким і дозволяти працівнику з екранними пристроями легко рухатися та займати зручне положення.

Сидіння має регулюватися по висоті, спинка сидіння - як по висоті, так і по нахилу.

Слід передбачати підніжку для тих, кому це необхідно для зручності.

IV. Мінімальні вимоги безпеки під час роботи з екранними пристроями

1. Щодня перед початком роботи необхідно очищати екранні пристрої від пилу та інших забруднень.

2. Після закінчення роботи екранні пристрої слід відключати від електричної мережі.

3. У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити екранний пристрій від електричної мережі.

4. Не допускається:

виконувати технічне обслуговування, ремонт і налагодження екранних пристроїв безпосередньо на робочому місці працівника під час роботи з екранними пристроями;

відключати захисні пристрої, самочинно проводити зміни у конструкції та складі екранних пристроїв або їх технічне налагодження;

працювати з екранними пристроями, у яких під час роботи виникають нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на екрані та інші несправності.

5. Під час виконання робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням, у приміщеннях під час роботи з екранними пристроями, на пультах і постах керування технологічними процесами та в інших приміщеннях мають дотримуватися оптимальні умови мікроклімату відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042-99.

V. Мінімальні вимоги безпеки до екранних пристроїв

1. Екранні пристрої не мають бути джерелом ризику для працівників.

2. Усе випромінювання, за винятком видимої частини електромагнітного спектра, має бути зведене до незначного рівня з погляду безпеки і охорони здоров'я працівників.

3. Символи на екранних пристроях мають бути чіткими, відповідного розміру. Між символами і рядками символів має бути належна відстань.

4. Зображення на екрані має бути стабільним, без миготінь або інших видів нестабільності.

5. Яскравість та/або контрастність символів має легко регулюватися працівником під час роботи з екранними пристроями, а також швидко адаптуватися до навколишніх умов.

6. Вибираючи екрани, слід надавати перевагу таким екранам, які легко та вільно повертаються і нахилиються відповідно до потреби працівника.

7. За необхідності може використовуватись окрема підставка або регульований стіл для розміщення екрана.

8. Екран не має відблискувати або відбивати світло, щоб не викликати дискомфорту у працівника під час роботи з екранними пристроями.

9. Вибираючи клавіатуру, слід надавати перевагу такій клавіатурі, яка відкидається і є автономною (відокремленою від екрана), щоб працівник міг вибрати зручну робочу позу й уникнути втоми рук (кисті і верхньої частини руки).

10. Поверхня клавіатури має бути матовою, щоб уникнути віддзеркалювання. Розташування клавіш і самі клавіші мають полегшувати роботу із клавіатурою. Позначення клавіш повинно бути достатньо контрастним і розбірливим.

11. Устаткування, яке входить до робочої станції, не має виділяти надлишкового тепла, що може спричинити незручності працівникам під час роботи з екранними пристроями.

12. Під час розробки, вибору, замовлення та модифікації програмного забезпечення, а також під час розробки завдань, що передбачають використання устаткування з екранними пристроями, роботодавець має керуватися таким програмним забезпеченням, яке відповідає розв'язуваним завданням і є простим у використанні, а де необхідно - адаптованим до рівня знань і досвіду працівника.

**Директор Департаменту
заробітної плати та умов праці**

О. Товстенко

Додаток В

Таблиця В.1 – Таблиця вірних відповідей

№ питання	Вірна відповідь	№ питання	Вірна відповідь
1.	Безпечність виробничого	46.	під тиском
2.	устаткування устаткування	47.	герметично закриті
3.	виробничого виробничого	48.	ємності призначені
4.	властивість виробничого	49.	здійснення хімічних
5.	устаткування відповідати	50.	теплових процесів
6.	вимогам безпеки	51.	зберігання перевезення
7.	праці час	52.	стиснених зріджених
8.	монтажу демонтажу	53.	розчинених газів
9.	експлуатації умовах	54.	газів рідини
10.	установлених нормативною	55.	А, Б, В, Г, Д
11.	нормативною документацією	56.	Е
12.	Безпечність виробничого	57.	А, Б, В, Г, Д
13.	процесу процесу	58.	Е
14.	виробничого виробничого	59.	А
15.	властивість виробничого	60.	А
16.	відповідати вимогам	61.	Д
17.	безпеки праці	62.	Д
18.	час проведення	63.	А
19.	умовах установлених	64.	Б
20.	А, Б, В, Г	65.	Б
21.	Д	66.	Б
22.	Д	67.	Б
23.	Б, В, Г, Д	68.	В
24.	Д	69.	В
25.	А	70.	В
26.	На підприємствах	71.	В
27.	повинні бути	72.	В
28.	розроблені затверджені	73.	В
29.	вивішені робочих	74.	Г
30.	місцях видані	75.	Б, В, Д
31.	розписку обслуговуючому	76.	В
32.	персоналу інструкції	77.	А
33.	безпечною обслуговування	78.	А, Б, В
34.	систем працюють	79.	Г
35.	під тиском	80.	Г
36.	А, В, Г, Е, Ж	81.	В
37.	Г	82.	А, Б, Г, Д
38.	Б	83.	А, Б
39.	А, Б, Г, Е, Ж, З	84.	В
40.	Г	85.	В
41.	В	86.	В
42.	А, Б, В, Д, Е, Ж	87.	Д
43.	Г	88.	А, Б, В, Г
44.	Ж	89.	Г
45.	Посудинами працюють	90.	А, Б, В, Д
91.	Б	124.	А, Б, Г

Закінчення таблиці В.1

92.	Б	125.	В
93.	В	126.	Г
94.	А, Б, В, Г, Д	127.	А, Б, В, Г
95.	Г	128.	Д
96.	Г	129.	Д
97.	Г	130.	В
98.	Г	131.	А-1,Б-2,В-3,Г-4,Д-5, Е-1,Ж-7,З-8
99.	Г	132.	А
100.	Б	133.	Б
101.	В	134.	В
102.	А, Б, Г, Д	135.	Г
103.	А, Б, В, Г, Д, Е	136.	Д
104.	Ж	137.	А
105.	Ж	138.	Ж
106.	Б, В, Г, Д	139.	В
107.	А	140.	А
108.	Д	141.	З
109.	В	142.	Г
110.	Б	143.	А
111.	А-1,Б-2,В-3,Г-4,Д-5,Е-6, Ж-7,З-8	144.	Д
112.	А	145.	А, Б, В, Г
113.	Б	146.	Д
114.	В	147.	А
115.	Г	148.	Д
116.	Д	149.	Кріогенні продукти
117.	Е	150.	речовини суміш
118.	Ж	151.	речовин знаходяться
119.	З	152.	криогенних температур
120.	А-1, Б-2, В-3	153.	0 120
121.	А	154.	А, В, Г, Д, Ж, З, И, К, Л
122.	Б	155.	А, Б, В, Г, Д
123.	В	156.	Г

Таблиця В.2 – Активні r індуктивні X_{ω} опори сталевих провідників при перемінному струмі 50 Гц

Розмір або діаметр, мм	Площа перерізу, мм ²	Активні/індуктивні опори, Ом/мм при щільності струму А/мм ²			
		0,5	1,0	1,5	2,0
Полоса прямокутного перерізу					
20 × 4	80	5,24/3,14	4,20/2,52	3,48/2,09	2,97/1,78
30 × 4	120	3,66/2,20	2,91/2,75	2,48/1,43	2,04/1,22
40 × 4	160	2,80/1,68	2,24/1,34	1,31/1,08	1,54/0,92
50 × 4	200	1,77/1,06	1,34/0,80	1,08/0,65	-
60 × 4	240	3,83/2,03	2,56/1,54	2,08/1,25	-
30 × 5	150	2,10/1,26	1,60/0,96	1,28/0,77	-
50 × 5	250	2,02/1,33	1,51/0,89	1,15/0,70	-
Провідник круглого перерізу					
5	19,63	17,00/10,20	14,40/8,65	12,40/4,75	10,70/6,40
6	28,27	13,70/8,20	11,20/6,70	9,40/5,65	8,00/4,80
8	50,27	9,60/5,75	7,50/4,50	6,40/3,84	5,30/3,20
10	78,54	7,20/4,22	5,40/3,24	4,20/2,52	-
12	113,10	5,60/3,36	4,00/2,40	-	-
14	150,90	4,55/2,73	3,20/1,92	-	-
16	201,10	3,72/2,23	2,70/1,50	-	-

Таблиця В.3 – Закриті електродвигуни єдиної серії 4АМ
(основне виконання), що обдуваються

Тип	Потужність, кВт	$\cos\alpha$	$I^{н\text{yc}}/I^{\text{н}}$	Тип	Потужність, кВт	$\cos\alpha$	$I^{н\text{yc}}/I^{\text{н}}$
4ААМ56А2	0,18	0,76	5	4АМ160М2	18,5	0,92	7,5
4ААМ56В2	0,25	0,77	5	4АМ180S2	22	0,91	7,5
4АМ63А2	0,37	0,86	5	4АМ180М2	30	0,90	7,5
4АМ63В2	0,55	0,86	5	4АМ200М2	37	0,89	7,5
4АМ63В2	0,55	0,87	5,5	4АМ200L2	45	0,90	7,5
4АМ71В2	1,1	0,87	5,5	4АМ225М2	55	0,92	7,5
4АМ80А2	1,5	0,85	6,5	4АМ250S2	75	0,89	7,5
4АМ80В2	2,2	0,87	6,5	4АМ250М2	90	0,90	7,5
4АМ90L2	3	0,88	6,5	4АМ280S2	110	0,89	7,0
4АМ100S2	4	0,89	7,5	4АМ280М2	132	0,89	7,0
4АМ100L2	5,5	0,91	7,5	4АМ315S2	160	0,90	7,0
4АМ112М2	7,5	0,88	7,5	4АМ315М2	200	0,90	7,0
4АМ132М2	11	0,90	7,5	4АМ355S2	250	0,90	7,0
4АМ160S2	15	0,91	7,5	4АМ355М2	315	0,91	7,0

Таблиця В.4 – Значення $I_{\text{пл. вст.}}$ стандартних запобіжників для мереж напругою
220 та 380 В

Тип запобіжника	Номинальний струм плавкої вставки $I_{\text{пл. вст.}}^{\text{н}}$, А	Тип запобіжника	Номинальний струм плавкої вставки $I_{\text{пл. вст.}}^{\text{н}}$, А
ППН-33-Х3	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160	ППН-39-Х3	100, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630
ППН-35-Х3	10, 16, 20, 32, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250	ППН-41-Х3	630, 800, 1000, 1250
ППН-37-Х3	40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400		

Таблиця В.5 – Питомі опори ґрунтів

ґрунт	Питомий опір ρ , Ом·м	
	Можливі межі коливань	При вологості 10 ÷ 12 % до маси ґрунту
Пісок	400 ÷ 700	700
Супісок	150 ÷ 400	300
Кам'янистий ґрунт	150 ÷ 4000	-
Суглинок	40 ÷ 150	100
Глина	8 ÷ 70	40
Чорнозем	9 ÷ 500	200
Садова земля	400 ÷ 600	500
Торф	10 ÷ 30	20

Таблиця В.6 – Кліматичні коефіцієнти ґрунтів φ

Ґрунт	φ_1	φ_2	φ_3
Пісок	2,4	1,6	1,2
Супісок	2,3	1,5	1,2
Кам'янистий ґрунт	1,5	1,3	1,2
Суглинок	2,0	1,5	1,4
Глина	2,4	1,4	1,2
Чорнозем	1,5	1,3	1,2
Садова земля	2,0	1,5	1,2
Торф	1,4	1,1	1,0

Примітка. φ_1 – приймається, якщо виміри виконувалися при великій вологості ґрунту; φ_2 – при середній вологості ґрунту; φ_3 – при сухому ґрунті.

Таблиця В.7 – Коефіцієнт використання горизонтального електроду

Відношення відстані між електродами до їх довжини	Кількість вертикальних електродів						
	4	8	10	20	30	50	60
При розташуванні вертикальних електродів у ряд							
1	0,77	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21	0,20
2	0,89	0,79	0,75	0,56	0,46	0,36	0,27
3	0,92	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49	0,36
При розташуванні вертикальних електродів за контуром							
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21	0,20
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28	0,27
3	0,7	0,6	0,56	0,45	0,41	0,37	0,36

Таблиця В.8 – Коефіцієнт використання вертикальних електродів

Відношення відстані між електродами до їх довжини	При розміщенні в ряд		При розміщенні за контуром	
	Кількість вертикальних електродів	$\eta_{\text{в}}$	Кількість вертикальних електродів	$\eta_{\text{в}}$
1	2	0,84-0,87	4	0,66-0,72
	3	0,76-0,8	6	0,58-0,65
	5	0,67-0,72	10	0,52-0,58
	10	0,56-0,62	20	0,44-0,5
	15	0,51-0,56	40	0,38-0,44
	20	0,47-0,5	60	0,36-0,42
2	2	0,9-0,92	4	0,76-0,8
	3	0,85-0,88	6	0,71-0,75
	5	0,79-0,83	10	0,66-0,71
	10	0,72-0,77	20	0,61-0,66
	15	0,66-0,75	40	0,55-0,61
	20	0,65-0,7	60	0,52-0,58
3	2	0,93-0,95	4	0,84-0,86
	3	0,90-0,92	6	0,78-0,82
	5	0,85-0,88	10	0,74-0,75
	10	0,79-0,83	20	0,68-0,73
	15	0,76-0,80	40	0,64-0,69
	20	0,74-0,79	60	0,62-0,67

Додаток Г

Таблиця Г.1 – Лінійна швидкість поширення полум'я поверхнею матеріалів

Матеріали	Середня лінійна швидкість поширення полум'я $V_{л} \cdot 10^{-2}$, м/с
Ацетон	50
Бензол	45
Гас	44
Бавовна розпушена	4,2
Бавовна + капрон (3:1)	2,8
Гумові вироби	0,75
Мазут	40
Бутанол	44
Метанол	48
Текстильні вироби в закритому складі при завантаженні 100 кг/м	0,6
Толуол	42
Папір у рулонах у закритому складі при розвантаженні 140 кг/м	0,5
Пінополіуретан	0,56
Полістирол	0,52
Поліетилен	0,65
Синтетичний каучук у закритому складі при завантаженні понад 290 кг/м	0,7
Дерев'яні покриття цехів великої площі, дерев'яні стіни та стіни, які оздоблені деревоволокнистими плитами	2,8 – 5,3

Таблиця Г.2 – Димоутворююча здатність речовин та матеріалів

Речовини та матеріали	Димоутворююча здатність D , Нп·м ² ·кг ⁻¹	
	Тління	Горіння
Ацетон	–	45
Бутиловий спирт (бутанол)	–	80
Толуол	–	562
Дизельне паливо	–	620
Деревина	345	23
Папір	323	104
ДСП	760	90
Деревина у виробках	700	140
Лінолеум ПВХ	200	270
Поліетилен	1290	890
Пінопласт ПВХ-9	2090	1290
Пінопласт ПС- 1-200	2050	1000
Гума	1680	850
Поліетилен високого тиску (ПЗВФ)	1930	790
Плівка ПВХ марки ПДО-15	640	400
Плівка марки ПДСО-12	820	470
Мазут	–	243
Метиловий спирт (метанол)	–	50
Полотно наметове	57	58

Закінчення таблиці Г.2

Целюлоза	-	70
Деревина в штабелях	760	160
Деревина соснова	-	170
Каучук природний	350	700
Масло рапсове	-	65

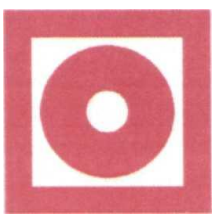
Таблиця Г.3 – Питома теплоємність різних твердих речовин при 20° С
(якщо не зазначене інше значення температури)

Назва	$C_p \cdot 10^{-3}$, МДж/(кг °С)	Назва	$C_p \cdot 10^{-3}$, МДж/(кг °С)
Папір сухий	1,34	Поліетилен	1,34
Дерево, дуб	2,40	Полістирол	1,38
Дерево, ялина	2,70	Поліуретан	1,38
ДВП	2,30	Гума тверда	1,42
Картон сухий	1,34	Бавовна	1,30

Таблиця Г.4 – Питома теплоємність різних рідких речовин при 20° С
(якщо не зазначене інше значення температури)

Назва	$C_p \cdot 10^{-3}$, МДж/(кг °С)	Назва	$C_p \cdot 10^{-3}$, МДж/(кг °С)
Ацетон	2,22	Мазут	1,67
Бензол	1,65	Спирт метиловий (метанол)	2,47
Гас побутовий	1,88	Спирт бутиловий (бутанол)	2,35
		Толуол	1,72


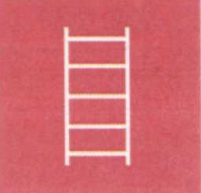
Таблиця Г.5 – Умовні позначки на планах евакуації
(Витяг з ДСТУ ISO 6309:2007)

№ з/п	Знак	Значення	Форма і кольори	Примітка
1	2	3	4	5
1. Засоби оповіщення про пожежу і засоби ручного керування				
1		Пристрій ручного вмикання (en: Manual activating device, fr: Commande manuelle)	Квадратний знак. Фон: червоний Символ: білий	Призначається для позначення ручного пожежного сповіщувача або пристрою ручного керування системи протипожежного захисту (напр., стаціонарної системи пожежогасіння)

Продовження таблиці Г.5

1	2	3	4	5
2		Звуковий сповіщувач (en: Alarm sounder, fr: Avertisseur sonore)	Квадратний або прямокутний знак. Фон: червоний Символ: білий	Треба використовувати окремо або разом із знаком № 1, якщо пожежний сповіщувач вмикає звуковий сигнал тривоги, який одразу сприймається людьми, що перебувають у приміщеннях
3		Телефон, який використовують у разі надзвичайної ситуації (en: Telephone to be used in emergency, fr: Telephone a utiliser en cas d'urgence)	Квадратний або прямокутний знак. Фон: червоний Символ: білий	Знак позначає або вказує місце розташування телефона, придатного оповіщувати в разі пожежі
2. Шляхи евакуації				
4		Евакуаційний вихід (en: Emergency exit, fr: Sortie a utiliser en cas d'urgence)	Квадратний або прямокутний знак. Фон: зелений Символ: білий	Цей знак треба використовувати для вказування всіх виходів, якими можна користуватися в разі надзвичайної ситуації. Він має супроводжуватися стрілкою (знаком № 20) у разі, якщо двері не знаходяться поряд. Стрілка може вказувати праворуч або ліворуч
5		Не захащувати (en: Do not obstruct, fr: Ne pas obstruer)	Круглий знак. Фон: білий Символ: чорний Круглий обід і перехресна лінія: червона	Знак треба застосовувати у випадках, коли захащення являє конкретну загрозу (шляхам евакуації, аварійним виходам, доступу до обладнання для пожежогасіння)
6		Зсунути, щоб відкрити (en: Slide to open, fr: Faire coulisser pour ouvrir)	Квадратний або прямокутний знак. Фон: зелений Символ: білий	Треба застосовувати разом зі знаком № 4 на зсувних аварійних виходах, якщо їх використання дозволене. Треба використовувати відповідну орієнтацію, що відповідає напрямку відчинення дверей

Продовження таблиці Г.5.

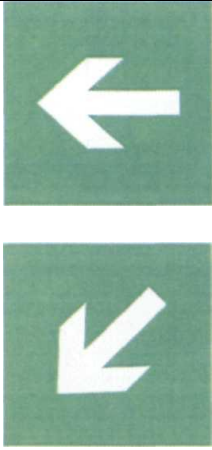
1	2	3	4	5
7		Штовхнути, щоб відчинити (en: Push to open, fr: Pousser pour ouvrir)	Квадратний або прямокутний знак. Фон: зелений Символ: білий	Цей знак треба розташовувати на дверях для вказування напрямку відчинення
8		Потягнути, щоб відчинити (en: Pull to open, fr: Tirer pour ouvrir)	Квадратний або прямокутний знак. Фон: зелений Символ: білий	Цей знак треба розташовувати на дверях для вказування напрямку відчинення
9		Розбити, щоб отримати доступ (en: Break to obtain access, fr: Casser pour obtenir l'accès)	Квадратний або прямокутний знак. Фон: зелений Символ: білий	Цей знак можна використовувати: а) коли необхідно розбити скляну панель для отримання доступу до ключа кнопки або засобів відчинення; б) коли необхідно розбити, щоб утворити вихід
3. Обладнання для пожежогасіння				
10		Комплект обладнання для пожежогасіння (en: Collection of fire-fighting equipment, fr: Ensemble d'équipement d'incendie)	Квадратний або прямокутний знак. Фон: червоний Символ: білий	Цей знак треба використовувати для запобігання збільшенню кількості знаків
11		Вогнегасник (en: Fire extinguisher, fr: Extincteur d'incendie)	Квадратний або прямокутний знак. Фон червоний. Символ білий	
12		Пожежний кран-комплект (en: Fire hose reel, fr: Devidoir ou robinet d'incendie arme)	Квадратний або прямокутний знак. Фон червоний. Символ білий	
13		Пожежна драбина (en: Fire ladder, fr: Echelle d'incendie)	Квадратний або прямокутний знак. Фон червоний. Символ білий	

Продовження таблиці Г.5

4. Зони або матеріали особливого пожежного ризику				
1	2	3	4	5
14		Пожежонебезпечно. Легкозаймисті матеріали (en: Danger of fire. Highly flammable materials, fr: Danger d'incendie. Matieres tres inflammables)	Трикутний знак. Фон: жовтий Символ: чорний Трикутник: чорний	Зазначають наявність легкозаймистих матеріалів
15		Пожежонебезпечно. Окисники (en: Danger of fire. Oxidizing materials, fr: Danger d'incendie. Matieres comburantes)	Трикутний знак. Фон: жовтий Символ: чорний Трикутник: чорний	
16		Вибухонебезпечно. Вибухові матеріали (en: Danger of explosion. Explosive materials, fr: Danger d'explosion. Matieres explosives)	Трикутний знак. Фон: жовтий Символ: чорний Трикутник: чорний	Треба використовувати для вказування можливого існування вибухонебезпечного середовища, горючого газу або вибухових матеріалів
17		Заборонено гасити водою (en: Water as extinguishing agent prohibited, fr: Extinction a l'eau interdite)	Круглий знак. Фон: білий Символ: чорний Круглий обід і перехресна лінія: червоні	Використовують у випадках, коли гасити водою заборонено
18		Заборонено курити (en: Smoking prohibited, fr: Defense de fumer)	Круглий знак. Фон: білий Символ: чорний Круглий обід і перехресна лінія: червоні	Треба використовувати у випадках, коли куріння може спричинити небезпеку пожежі
19		Заборонено відкрите полум'я. Заборонено курити (en: No open flame. Smoking prohibited fr: Flammes nues interdites. Defense de fumer)	Круглий знак. Фон: білий Символ: чорний Круглий обід і перехресна лінія: червоні	Треба використовувати у випадках, коли куріння або відкрите полум'я може спричинити небезпеку пожежі або вибуху

Примітка. Знаки номерів від 14 до 19 є сумісними з ISO 3864.

Закінчення таблиці Г.5

5. Додаткові знаки				
1	2	3	4	5
20		<p>Стрілка напрямку на шляхах евакуації (en: Directional arrow for escape route, fr: Fleche directionnelle indiquant un chemin d'evacuation)</p>	<p>Квадратний або прямокутний знак. Фон: зелений Символ: білий</p>	<p>Треба використовувати лише разом із знаком № 4 для вказування напрямку до виходу, який можна використовувати в разі надзвичайної ситуації</p>
21		<p>Напрямок до місця розташування обладнання для пожежогасіння або пристрою оповіщення (en: Direction of location of fire-fighting equipment or warning device, fr: Indication de localisation d'un equipment de lutte contre l'incendie ou d'un autre moyen d'alarme ou d'alerte)</p>	<p>Квадратний або прямокутний знак. Фон: червоний Символ: білий</p>	<p>Треба використовувати лише разом із знаками № 1 – 3 і № 10 – 13 для вказування напрямку місця розташування обладнання для пожежогасіння або пристроїв оповіщення</p>

Таблиця Г.6 – Норми належності порошкових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

№ з/п	Гранична захищена площа, м²	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість порошкових вогнегасників								
			переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг					пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	8	9	12	20	50	100	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I. Приміщення категорій А, Б, а також В з наявністю горючих газів і рідин											
1.1	до 25 включно	А, В, С, Е	2	2	1	1	1	-	-	-	-
1.2	більше 25 до 50 включно	А, В, С, Е	3	3	2	2	2	-	-	-	-

Продовження таблиці Г.6

1.3	більше 50 до 150 включно	А, В, С, Е	4	4	3	3	2	1	-	-	-
1.4	більше 150 до 250 включно	А, В, С, Е	6	6	4	4	3	2	1	-	-
1.5	більше 250 до 500 включно	А, В, С, Е	8	8	6	6	4	3	2	1	-
1.6	більше 500 до 1000 включно	А, В, С, Е	16	16	12	12	8	4	3	2	1
1.7	більше 1000	А, В, С, Е	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 1.6 таблиці; на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 1.2 таблиці; 150 м ² - згідно з позицією 1.3 таблиці; 250 м ² - згідно з позицією 1.4 таблиці; 500 м ² - згідно з позицією 1.5 таблиці; 1000 м ² - згідно з позицією 1.6 таблиці.								
II. Приміщення категорій В за відсутності горючих газів і рідин											
2.1	до 50 включно	А, Е	2	2	1	1	1	-	-	-	-
2.2	більше 50 до 100 включно	А, Е	3	3	2	2	2	-	-	-	-
2.3	більше 100 до 300 включно	А, Е	4	4	3	3	2	1	-	-	-
2.4	більше 300 до 500 включно	А, Е	6	6	4	4	3	2	1	-	-
2.5	більше 500 до 1000 включно	А, Е	9	9	7	7	5	3	2	1	-
2.6	більше 1000	А, Е	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 2.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 2.1 таблиці; 100 м ² - згідно з позицією 2.2 таблиці; 300 м ² - згідно з позицією 2.3 таблиці; 500 м ² - згідно з позицією 2.4 таблиці; 1000 м ² - згідно з позицією 2.5 таблиці.								
III. Приміщення категорії Г											
3.1	до 50 включно	В, С	2	2	1	1	1	-	-	-	-
3.2	більше 50 до 100 включно	В, С	3	3	2	2	2	-	-	-	-
3.3	більше 100 до 300 включно	В, С	5	5	3	3	2	1	-	-	-

Закінчення таблиці Г.6

3.4	більше 300 до 500 включно	В, С	7	7	4	4	3	2	1	-	-
3.5	більше 500 до 1000 включно	В, С	11	11	7	7	5	3	2	1	-
3.6	більше 1000	В, С	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 3.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 3.1 таблиці; 100 м ² - згідно з позицією 3.2 таблиці; 300 м ² - згідно з позицією 3.3 таблиці; 500 м ² - згідно з позицією 3.4 таблиці; 1000 м ² - згідно з позицією 3.5 таблиці.								
IV. Приміщення категорій Г, Д											
4.1	до 50 включно	А, Е	2	2	1	1	1	-	-	-	-
4.2	більше 50 до 150 включно	А, Е	3	3	2	2	2	-	-	-	-
4.3	більше 150 до 500 включно	А, Е	4	4	3	3	2	1	-	-	-
4.4	більше 500 до 1000 включно	А, Е	6	6	4	4	3	2	1	-	-
4.5	більше 1000	А, Е	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 4.4 таблиці; на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 4.1 таблиці; 150 м ² - згідно з позицією 4.2 таблиці; 500 м ² - згідно з позицією 4.3 таблиці; 1000 м ² - згідно з позицією 4.4 таблиці.								
Примітки:		<ol style="list-style-type: none"> 1. Знаком «->» позначені порошкові вогнегасники, які не допускаються для оснащення зазначених приміщень. 2. За наявності в приміщенні можливості виникнення пожеж різних класів кількість вогнегасників обирається за одним із класів, для якого ця кількість більша. 3. Мінімальна кількість порошкових вогнегасників визначає собою вибір однієї з позицій, відображених у графах 4-12. 4. Оснащення порошковими вогнегасниками для гасіння пожеж класу D слід проводити із дотриманням галузевих норм, погоджених у встановленому порядку. 									

Таблиця Г.7 – Норми належності водяних та водо-пінних вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

№	Гранична	Клас	Мінімальна кількість водяних або водо-пінних вогнегасників
---	----------	------	--

з/п	захищувана площа, м ²	можливої пожежі	переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг				пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг				
			5	6	9	12	20	50	100	150	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I. Приміщення категорій А, Б, а також В з наявністю горючих рідин											
1.1	до 25 включно	А	4	4	2	2	-	-	-	-	
		В	3	3	2	1	-	-	-	-	
1.2	більше 25 до 50 включно	А	8	8	4	3	1	-	-	-	
		В	5	5	3	2	1	-	-	-	
1.3	більше 50 до 150 включно	А	12	12	6	4	2	1	-	-	
		В	8	8	5	3	2	1	-	-	
1.4	більше 150 до 250 включно	А	-	-	8	6	3	2	1	-	
		В	-	-	7	4	3	2	1	-	
1.5	більше 250 до 500 включно	А	-	-	12	8	4	3	2	1	
		В	-	-	10	6	4	3	2	1	
1.6	більше 500 до 1000 включно	А	-	-	-	16	6	4	3	2	
		В	-	-	-	12	6	4	3	2	
1.7	Більше 1000	А	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 1.6 таблиці; на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 1.2 таблиці; 150 м ² - згідно з позицією 1.3 таблиці; 250 м ² - згідно з позицією 1.4 таблиці; 500 м ² - згідно з позицією 1.5 таблиці; 1000 м ² - згідно з позицією 1.6 таблиці.								
		В									
Розділ II. Приміщення категорій В за відсутності горючих рідин											
2.1	до 50 включно	А	4	4	2	2	-	-	-	-	
2.2	більше 50 до 100 включно	А	8	8	4	3	1	-	-	-	
2.3	більше 100 до 300 включно	А	12	12	6	4	2	1	-	-	
2.4	більше 300 до 500 включно	А	-	-	8	6	3	2	1	-	
2.5	більше 500 до 1000 включно	А	-	-	14	10	4	3	2	1	
2.6	більше 1000	А	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 2.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 2.1 таблиці; 100 м ² - згідно з позицією 2.2 таблиці; 300 м ² - згідно з позицією 2.3 таблиці; 500 м ² - згідно з позицією 2.4 таблиці; 1000 м ² - згідно з позицією 2.5 таблиці.								

Закінчення таблиці Г.7

III. Приміщення категорії Г										
3.1	до 50 включно	В	3	3	2	1	-	-	-	-
3.2	більше 50 до 100 включно	В	5	5	3	2	1	-	-	-
3.3	більше 100 до 300 включно	В	8	8	5	3	2	1	-	-
3.4	більше 300 до 500 включно	В	11	11	7	4	3	2	1	-
3.5	більше 500 до 1000 включно	В	-	-	12	7	4	3	2	1
3.6	більше 1000	В	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 3.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 3.1 таблиці; 100 м ² - згідно з позицією 3.2 таблиці; 300 м ² - згідно з позицією 3.3 таблиці; 500 м ² - згідно з позицією 3.4 таблиці; 1000 м ² - згідно з позицією 3.5 таблиці.							
IV. Приміщення категорій Г; Д										
4.1	до 50 включно	А	4	4	2	2	-	-	-	-
4.2	більше 50 до 150 включно	А	8	8	4	3	1	-	-	-
4.3	більше 150 до 500 включно	А	12	12	6	4	2	1	-	-
4.4	більше 500 до 1000 включно	А	16	16	8	6	3	2	1	-
4.5	більше 1000	А	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 4.4 таблиці, на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 4.1 таблиці, 150 м ² - згідно з позицією 4.2 таблиці, 500 м ² - згідно з позицією 4.3 таблиці, 1000 м ² - згідно з позицією 4.4 таблиці.							

- Примітки:
1. Знаком « - » позначені водяні та водо-пінні вогнегасники, які не допускаються для оснащення зазначених приміщень.
 2. За наявності в приміщенні можливості виникнення пожеж різних класів кількість вогнегасників обирається за одним із класів, для якого ця кількість більша.
 3. Для гасіння пожеж класу В слід застосовувати водяні вогнегасники із зарядом води з добавками, що забезпечують гасіння пожеж класу В.
 4. Мінімальна кількість водяних або водо-пінних вогнегасників визначає собою вибір однієї з позицій, відображених у графах 4-11.
 5. Оснащення водяними вогнегасниками, що містять воду з сольовими добавками для гасіння пожеж класу F, слід проводити разом із дотриманням галузевих норм, погоджених у встановленому порядку.

Таблиця Г.8 – Норми належності газових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

№ з/п	Гранична захищувана площа, м ²	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість газових вогнегасників						
			переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг		пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг				
			3,5	5	7	14	18	28	56
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
І. Приміщення категорій А, Б, а також В з наявністю горючих рідин									
1.1	до 25 включно	В, Е	4	4	1	-	-	-	-
1.2	більше 25 до 50 включно	В, Е	8	8	2	1	-	-	-
1.3	більше 50 до 150 включно	В, Е	13	13	3	2	1	-	-
1.4	більше 150 до 250 включно	В, Е	-	-	4	3	2	1	-
1.5	більше 250 до 500 включно	В, Е	-	-	-	4	3	2	1
1.6	більше 500 до 1000 включно	В, Е	-	-	-	-	4	3	2
1.7	більше 1000	В, Е	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 1.6 таблиці; на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 1.2 таблиці; 150 м ² - згідно з позицією 1.3 таблиці; 250 м ² - згідно з позицією 1.4 таблиці; 500 м ² - згідно з позицією 1.5 таблиці; 1000 м ² - згідно з позицією 1.6 таблиці.						
ІІ. Приміщення категорії Г									
2.1	до 50 включно	В, Е	4	4	1	-	-	-	-
2.2	більше 50 до 100 включно	В, Е	8	8	2	1	-	-	-
2.3	більше 100 до 300 включно	В, Е	13	13	3	2	1	-	-
2.4	більше 300 до 500 включно	В, Е	-	-	4	3	2	1	-
2.5	більше 500 до 1000 включно	В, Е	-	-	-	4	3	2	1

Закінчення таблиці Г.8

2.6	більше 1000	В, Е	На першу 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 2.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м ² - згідно з позицією 2.1 таблиці; 100 м ² - згідно з позицією 2.2 таблиці; 300 м ² - згідно з позицією 2.3 таблиці; 500 м ² - згідно з позицією 2.4 таблиці; 1000 м ² - згідно з позицією 2.5 таблиці.
-----	-------------	------	---

- Примітки:
1. Знаком «-» позначені газові вогнегасники, які не допускаються для оснащення зазначених приміщень.
 2. За наявності в приміщенні можливості виникнення пожеж різних класів кількість вогнегасників обирається за одним із класів, для якого ця кількість більша.
 3. Мінімальна кількість газових вогнегасників визначає собою вибір однієї з позицій, відображених у графах 4-10.

Таблиця Г.9 – Норми належності вогнегасників для гаражів та автомайстерень

№ з/п	Кількість місць стоянки автомобілів у боксі гаража	Мінімальна кількість вогнегасників одного з типів*		
		порошковий	водяний**	Водо-пінний
1	2	3	4	5
1	до 10	один ВП-5 або один ВП-6	два ВВ-9	два ВВП-9
2	більше 10	На кожні наступні 15 місць стоянки мінімальна кількість вогнегасників визначається згідно з позицією 1 Правил експлуатації та норм належності вогнегасників.		

* Мінімальна кількість вогнегасників визначає собою вибір однієї з позицій, відображених у графах 3-5.

** Водяний вогнегасник із зарядом, придатним для гасіння пожеж класів А та В.

Таблиця Г.10 – Придатність переносних і пересувних вогнегасників до гасіння пожеж різних класів та діапазони температур їх експлуатації

Тип вогнегасника	Перелік класів пожеж*						Діапазон температур експлуатації, не менше
	А	В	С	Д	Е	Е	
Порошковий	+	+	+	+	-	+	від мінус 20 °С до плюс 50 °С, або від мінус 30 °С до плюс 50 °С, або від мінус 40 °С до плюс 50 °С, або від мінус 50 °С до плюс 50 °С
Водо-пінний	+	+	-	-	-	-**	від плюс 5 °С до плюс 50 °С, або від 0 °С до плюс 50 °С, або від мінус 10 °С до плюс 50 °С, або від мінус 20 °С до плюс 50 °С
Водяний	+	+***	-	-	+****	-**	від плюс 5 °С до плюс 50 °С, або від 0 °С до плюс 50 °С, або від мінус 10 °С до плюс 50 °С, або від мінус 20 °С до плюс 50 °С*****

Закінчення таблиці Г.10

Газовий	-	+	-	-	-	+	від мінус 20 °С до плюс 50 °С
---------	---	---	---	---	---	---	-------------------------------

* Класи пожеж: А - горіння твердих речовин; В - горіння рідких речовин; С - горіння газоподібних речовин; D - горіння металів; F - горіння горючих речовин, таких як рослинні та тваринні олії і жири в обладнанні для приготування їжі.

** Використання, небезпечне для життя людини.

*** Для водяних вогнегасників із зарядом води з добавками, що забезпечують гасіння пожеж класу В.

**** Для водяних вогнегасників із зарядом води з сольовими добавками, що забезпечує гасіння пожеж класу F.

***** Для водяних вогнегасників із зарядом води з морозостійкими добавками.

Знак “+” означає придатність вогнегасника для гасіння пожежі цього класу; знак “-” означає непридатність для гасіння пожежі цього класу.

Таблиця Г.11 – Коефіцієнти ефективності вогнегасників за їх вогнегасною здатністю щодо гасіння модельних вогнищ пожеж класів А та В

№ з/п	Тип та позначення вогнегасника		Коефіцієнт ефективності вогнегасника за його вогнегасною здатністю щодо гасіння модельного вогнища пожежі	
			класу А	класу В
1	2	3	4	5
1	Водяний	ВВ-2	2	2*
		ВВ-3	2	3*
		ВВ-5; ВВ-6	2	5*
		ВВ-9	4	8*
		ВВ-12	6	13*
2	Водопінний	ВВП-6	2	5
		ВВП-9	4	8
		ВВП-12	6	13
		ВВП-50	8	17
		ВВП-100	12	22
		ВВП-150	20	35
3	Газовий	ВВК-1,4; ВВК-2	0	2
		ВВК-3,5; ВВК-5	0	3
		ВВК-7	0	5
		ВВК-14; ВВК-18	0	6
		ВВК-28	0	8
		ВВК-56	0	13

Закінчення таблиці Г.11

4	Порошковий	ВП-2	2	2
		ВП-3	4	3
		ВП-4	4	5
		ВП-5	6	8
		ВП-6	6	8
		ВП-8	8	13
		ВП-9	8	13
		ВП-12; ВП-20	12	17
		ВП-50	20	22
		ВП-100	30	35
		ВП-150	40	58

* Для водяних вогнегасників із зарядом води з добавками, що забезпечують гасіння пожеж класу В.

Таблиця Г.12 – Перелік об'єктів різного призначення, які мають бути оснащені переносними вогнегасниками

№ з/п	Тип та позначення вогнегасника		Найменування об'єктів, які рекомендується оснащувати переносними вогнегасниками
1	2	3	4
1	Водяний	ВВ-2*, ВВ-5, ВВ-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски
		ВВ-9, ВВ-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні, побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та авто майстерні
2	Водопінний	ВВП-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски
		ВВП-9, ВВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні, побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та авто майстерні
3	Газовий**	ВВК-1,4, ВВК-2	Громадські будинки та приміщення з наявністю оргтехніки, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств
		ВВК-3,5, ВВК-5	Громадські будинки, споруди та приміщення з наявністю оргтехніки, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств

Закінчення таблиці Г.12

4	Порошковий***	ВП-2, ВП-3, ВП-4	Квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, приміщення для зберігання автотранспорту, що розташовані у підвальних та цокольних поверхах житлових будинків, пересувні ремонтні майстерні та лабораторії
		ВП-5, ВП-6, ВП-9, ВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні, побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та авто майстерні

* Приміщення з наявністю горючих речовин, таких як рослинні та тваринні олії і жири в обладнанні для приготування їжі, додатково рекомендовано оснащувати водяними вогнегасниками ВВ-2, призначеними для гасіння пожеж класу F.

** Застереження щодо використання газових вогнегасників: при гасінні пожежі в приміщенні необхідно враховувати можливість зниження вмісту кисню в повітрі приміщення нижче гранично допустимого значення.

*** Порошкові вогнегасники слід використовувати після евакуації людей з приміщення.

Примітка.

Додатково будинки адміністративного та побутового призначення і громадські будинки, квартири багатоквартирних житлових будинків та будинки індивідуальної забудови, виробничі і складські будинки та приміщення промислових підприємств, гаражі та автомайстерні, кіоски та торговельні місця можуть оснащуватися ВВПА з масою заряду 400 г і більше.

Таблиця Г.13 – Перелік об'єктів різного призначення, які мають бути оснащені пересувними вогнегасниками

№ з/п	Тип та позначення вогнегасника		Найменування об'єктів, які рекомендується оснащувати переносними вогнегасниками
	2	3	
1	Водо-пінний	ВВП-50, ВВП-100, ВВП-150	Виробничі, сільськогосподарські, складські будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, склади нафти та нафтопродуктів, автозаправні станції
2	Газовий*	ВГ(ВВК)-14, ВГ(ВВК)-18, ВГ(ВВК)-28, ВВК-56	Споруди промислових підприємств та енергетичних об'єктів, склади нафти та нафтопродуктів, автозаправні станції
3	Порошковий**	ВП-20, ВП-50, ВП-100, ВП-150	Виробничі, сільськогосподарські, складські будинки і приміщення, споруди промислових підприємств, гаражі та автомайстерні, склади нафти та нафтопродуктів, автозаправні станції

* Застереження щодо використання газових вогнегасників: при гасінні пожежі в приміщенні необхідно враховувати можливість зниження вмісту кисню в повітрі приміщення нижче гранично допустимого значення.

** Порошкові вогнегасники слід використовувати після евакуації людей з приміщення.

Таблиця Г.14 – Мінімальна вогнегасна здатність вогнегасників під час гасіння модельних вогнищ пожежі класу А

Кількість вогнегасної речовини			Позначення модельного вогнища пожежі
порошок, кг	гази, кг (крім двооксиду вуглецю)	вода, розчин піноутворювача, вода з домішками, л	
Не більше 2	Не більше 6	Не більше 6	1А
Від 2 до 4 включно	Від 6 до 8 включно	Від 6 до 9 включно	2А
Від 4 до 6 включно	Більше 8	Більше 9	3А
Від 6 до 9 включно	—	—	4А
Більше 9	—	—	6А

Таблиця Г.15 – Характеристики модельних вогнищ пожежі класу В

Позначення модельного вогнища пожежі	Об'єм рідини, л		Розміри дека для модельних вогнищ пожежі			
	вода	пальне	діаметр, мм	висота борта, мм	мінімальна товщина стінки, мм	площа горіння (наближена), м ²
8В	16	8	560 ± 5	230 ± 5	2,0	0,25
13В	26	13	720 ± 10	230 ± 5	2,0	0,41
21В	42	21	920 ± 10	230 ± 5	2,0	0,66
34В	68	34	1170 ± 10	230 ± 5	2,5	1,07
55В	110	55	1480 ± 15	230 ± 5	2,5	1,73
89В	178	89	1890 ± 20	230 ± 5	2,5	2,8
144В	288	144	2400 ± 25	230 ± 5	2,5	4,52
233В	466	233	3050 ± 30	230 ± 5	2,5	7,32

Примітка 1. Наведене модельне вогнище пожежі 8В використовується під час низько-температурних (високотемпературних) вогневих випробувань вуглекислотних вогнегасників, ранжованих щодо гасіння модельних вогнищ пожежі 13В при температурі 20 °С.

Примітка 2. Номер кожного наступного модельного вогнища дорівнює сумі номерів двох попередніх. Наведений ряд модельних вогнищ еквівалентний геометричній прогресії з показником, що дорівнює 1,62.

Примітка 3. Модельне вогнище визначається цифрою, що стоїть перед літерою В і відповідає кількості пального (у літрах), що заливається на деко. Площа модельного вогнища (дека), виражена у м, визначається множенням номера модельного вогнища на число ($\pi \cdot 10^{-2}$).

Таблиця Г.16 – Константи Антуана для деяких речовин

Речовина	Хімічна формула	М	Константи рівняння Антуана				
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i> ₀ , см ² /с	<i>n</i>
н-Амілацетат	$C_7H_{14}O_2$	130,196	7,16870	1579,510	221365	0,0520	1,87
Амілен	C_5H_{10}	70,134	6,78568	1014,294	229,783	0,0690	1,84
н-Аміловий спирт	$C_5H_{12}O$	88,149	7,18246	1287,625	161,330	0,0661	1,87
Амміак	NH_3	17,030	–	–	–	0,1980	1,88
Анілін	C_6H_7N	93,128	6,92129	1457,020	176,195	0,0622	1,87
Ацетальдегід	C_2H_4O	44,053	7,19160	1093,537	233,413	0,11	1,83
Ацетілен	C_2H_2	26,038	–	–	–	0,18	1,79
Ацетон	C_3H_6O	58,080	7,25058	1281,721	237,088	0,19	1,90
Бензол	C_6H_6	78,113	6,48898 6,98426	902,275 1252,776	178,099 225,178	0,0775	1,86
Бутадієн 1,3	C_4H_6	54,091	–	–	–	0,0806	1,82
н-Бутан	C_4H_{10}	58,123	–	–	–	0,0605	1,87
Бутен-1	C_4H_8	56,107	–	–	–	0,0801	1,83
транс-Бутен-2	C_4H_8	56,107	–	–	–	0,0801	1,82
н-Бутилацетат	$C_6H_{12}O_2$	116,160	7,00641	1340,743	199,757	0,0574	1,87
н-Бутиловий спирт	$C_4H_{10}O$	74,122	9,59730	2664,684	279,638	0,0681	1,86
Водород	H_2	2,016	–	–	–	0,66	1,70
Вінілхлорид	C_2H_3Cl	62,499	–	–	–	0,104	1,82
н-Гексадекан	$C_{16}H_{34}$	226,445	6,78749	1656,405	136,869	0,0347	1,86
н-Гексан	C_6H_{14}	86,177	6,87024	1166,274	223,661	0,0663	1,55
н-Гексиловий спирт	$C_6H_{14}O$	102,176	7,27800	1420,273	165,469	0,0588	1,87
н-Гептан	C_7H_{16}	100,203	6,95154	1295,405	219,819	0,0609	1,54
Гідразин	N_2H_4	32,045	8,87325	2266,447	266,316	0,167	1,86

Продовження таблиці Г.16

Гліцерин	$C_3H_8O_3$	92,094	9,05297	3074,220	214,712	0,08	1,9
н-Декан	$C_{10}H_{22}$	142,284	7,39530	1809,975	227,700	0,0502	1,45
Дівініловий ефір	C_4H_4O	70,091	6,98810	1055,269	228,589	0,0765	1,84
Діметиловий ефір	C_2H_6O	46,069	–	–	–	0,108	1,85
Діметилформаїд	$C_3H_7NO_3$	73,094	7,03446	1482,985	204,342	0,0898	1,87
Діоксан-1,4	$C_4H_8O_2$	88,106	7,51611	1632,425	250,725	0,0758	1,85
Діфтордіхлорметан	CF_2Cl_2	120,914	–	–	–	0,0806	1,81
1,2-Діхлоретан	$C_2H_4Cl_2$	98,960	7,66135	1640,179	259,715	0,845	1,86
Діетиламін	$C_4H_{11}N$	73,138	7,22314	1262,557	236,329	0,0756	1,85
Діетиловий ефір	$C_4H_{10}O$	74,122	6,99790	1098,945	232,372	0,0772	2,14
н-Додекан	$C_{12}H_{26}$	170,337	8,17081	2463,279	253,884	0,0399	1,88
Ізобутан	C_4H_{10}	58,123	–	–	–	0,0819	1,87
Ізобутилен	C_4H_8	56,11	–	–	–	0,0801	1,82
Ізобутиловий спирт	$C_4H_{10}O$	74,122	8,70512	2058,392	245,642	0,0756	1,87
Ізопентан	C_5H_{12}	72,150	6,79306	1022,551	233,493	0,0700	1,76
Ізопропілбензол	C_9H_{12}	120,194	6,93773	1460,668	207,652	0,0615	1,87
Ізопропіловий спирт	C_3H_8O	60,096	8,38562	1733,000	232,380	0,831	1,92
м-Ксилол	C_8H_{10}	106,167	7,00849	1461,925	215,073	0,0671	1,87
о-Ксилол	C_8H_{10}	106,167	6,99891	1474,679	213,686	0,0671	1,88
п-Ксилол	C_8H_{10}	106,167	6,99184	1454,328	215,411	0,0671	1,87
Метан	CH_4	16,0426	–	–	–	0,196	1,76
Метиловий спирт	CH_4O	32,042	8,22777	1660,454	245,818	0,129	2,08
Метилетилкетон	C_4H_8O	72,107	7,02453	1292,791	232,340	0,0760	1,86

Продовження таблиці Г.16

Нафталін	$C_{10}H_8$	128,173	10,55455 7,67291	3123,337 2206,690	243,569 245,127	0,0622	1,89
н-Нонан	C_9H_{20}	128,257	7,05283	1510,695	211,502	0,0499	1,57
Оксид вуглецю	CO	28,0104	–	–	–	0,149	1,72
Оксид етилену	C_2H_4O	44,530	–	–	–	0,110	1,83
н-Октан	C_8H_{18}	114,230	6,96903	1379,556	211,896	0,0503	1,77
н-Гептадекан	$C_{15}H_{32}$	212,418	6,94237	1739,084	157,545	0,0358	1,90
н-Пентан	C_5H_{12}	72,150	6,84715	1062,555	231,805	0,0729	1,83
*-Піколін	C_6H_7N	93,128	7,30064	1632,315	224,787	0,0754	1,88
*-Піредин	C_6H_5N	79,101	6,78610	1217,730	196,342	0,0828	1,87
Пропан	C_3H_8	44,096	–	–	–	0,0977	1,80
Пропілен	C_3H_6	42,080	–	–	–	0,0962	1,82
н-Пропиловий спирт	C_3H_8O	60,096	8,31708	1751,981	225,125	0,085	1,88
Сірководень	H_2S	34,076	–	–	–	0,141	1,82
Сірковуглець	CS_2	76,131	7,00048	1202,471	245,616	0,0890	1,69
Стирол	C_8H_8	104,161	7,94049	2113,057	272,986	0,0674	1,88
Тетрагідрофуран	C_4H_8O	72,107	5,99964	753,805	175,793	0,0588	1,84
н-Тетрадекан	$C_{14}H_{30}$	198,391	7,27514	1950,497	190,513	0,0370	1,89
Толуол	C_7H_8	92,140	6,95508	1345,087	219,516	0,0753	1,65
н-Тридекан	$C_{13}H_{28}$	184,364	7,96895	2468,910	250,310	0,0384	1,89
2,2,4-Триметилпентан	C_8H_{18}	114,230	6,81171	1259,150	221,085	0,0427	1,86
Оцтова кислота	$C_2H_4O_2$	60,052	–	–	–	–	2,0
н-Ундекан	$C_{11}H_{24}$	153,311	7,68008	2102,959	242,574	0,0417	1,88
Формальдегід	CH_2O	30,026	6,28480	607,399	197,626	0,146	1,81

Продовження таблиці Г.16

Фталевий ангідрид	$C_8H_4O_3$	148,118	7,99959	2879,067	277,501	0,0616	1,87
Фтортрихлорметан	CCl_3F	137,368	–	–	–	0,0603	1,83
Хлорбензол	C_6H_5Cl	112,558	7,26112	1607,316	235,351	0,0628	2,09
Хлоретан	C_2H_5Cl	64,514	6,82723	954,119	229,554	0,0981	1,82
Циклогексан	C_6H_{12}	84,161	6,64788	1095,531	210,064	0,0648	1,89
Етан	C_2H_6	30,069	–	–	–	0,121	1,78
Етилацетат	$C_4H_8O_2$	88,106	6,992409	1200,297	214,262	0,0733	1,89
Етилбензол	C_8H_{10}	106,167	6,95904	1425,464	213,345	0,0671	1,87
Етилен	C_2H_4	28,054	–	–	–	0,109	1,80
Етиленгліколь	$C_2H_5O_2$	62,068	9,01261	2753,183	252,009	0,099	1,87
Етиловий спирт	C_2H_5OH	76,069	8,68665	1918,508	252,125	0,110	1,51
Етилцеллозольв	$C_4H_{10}O_2$	90,122	8,74133	2392,56	273,15	0,0721	1,86
Бензин АІ-72 (зимовий) ГОСТ 2084-67	$C_{6,991}H_{13,108}$	97,2	5,07020	682,876	222,066	-60/85	2
Бензин АІ-93 (літній) ГОСТ 2084-67	$C_{7,024}H_{13,706}$	98,2	4,99831	664,976	221,695	-60/95	2
Бензин АІ-93 (зимовий) ГОСТ 2084-67	$C_{6,911}H_{12,168}$	95,3	5,14031	695,019	223,220	-60/90	2
Бензин авіаційний Б-70 ГОСТ 1012-72	$C_{7,267}H_{14,796}$	102,2	8,41944	2629,65	384,195	-40/110	2
Дизельне паливо «З» ГОСТ 305-73	$C_{12,343}H_{23,88}$	172,3	5,95338	1255,73	199,523	40/210	2
Дизельне паливо «Л» ГОСТ 305-73	$C_{14,511}H_{29,12}$	203,6	5,87629	1314,03	192,473	60/240	2
Гас освітлювальний ГО 20 ГОСТ 4753-78	$C_{13,593}H_{26,16}$	191,7	5,69697	1211,73	194,677	40/240	2

Закінчення таблиці Г.16

Газ освітлювальний ГО 22 ГОСТ 4753-78	$C_{10,9134}H_{21,83}$	153,1	6,47119	1394,72	204,260	40/190	2
Газ освітлювальний ГО 25 ГОСТ 4753-78	$C_{11,054}H_{21,75}$	154,7	6,00016	1223,85	203,341	40/90	2
Ксилол (суміш ізомерів) ГОСТ 9410-71	$C_{7,98}H_{9,98}$	106,0	7,05479	1478,16	220,535	0/50	2
Уайт-спірит ГОСТ 3134-52*	$C_{10,25}H_{21,0}$	147,3	8,01130	2218,3	273,15	20/80	2
Масило трансформаторне ГОСТ 10121-76	$C_{21,74}H_{42,28}S$	303,9	7,75932	2524,17	174,010	164/343	2
Масило АМТ-300 ТУ 38-1Г-1-68	$C_{21,74}H_{42,28}S_{0,04}$	312,9	6,99959	2240,001	167,85	171/376	2
Масило АМТ-300Т ТУ 38.101242-72	$C_{19,04}H_{24,20}S_{0,196}N_{0,07}$	260,3	6,49540	2023,77	2023,77	171/396	2
Розчинник М (бутилацетат-30, етилацетат-5, етиловий спирт – 30, ізобутиловий спирт -5)	$C_{2,761}H_{7,147}O_{1,187}$	59,4	8,93202	2083,566	2083,566	0/50	2
Розчинник Р-4 (ксилол- 1 5; толуол-70; ацетон- 1 5)	$C_{6,231}H_{7,798}O_{0,223}$	86,3	7,15273	1415,199	1415,199	-15/100	2
Розчинник РМЛ-218 М РТУ 6- 10-729-68 (н-бугілацетат-9; етилацетат- 16; ксилол-21,5 ; толуол-21,5 ; етиловий спирт-16; ізобутиловий спирт-3; етилцеллозольв- 13)	$C_{4,791}H_{8,318}O_{0,971}$	81,5	8,0775	1761,043	1761,043	0/50	2
Розчинник РМЛ ТУКУ 467-56 (толуол - 1 0; етиловий спирт-64; н- бутиловий спирт- 10; етилцеллозольв- 1 б)	$C_{2,645}H_{5,910}O_{1,038}$	55,2	9,57161	2487,728	2487,728	0/50	2

Підручник

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Третьяков Олег Вальтерович
Доронін Євгеній Володимирович
Пономаренко Роман Володимирович
Безсонний Віталій Леонідович

Підписано до друку 25.05.2020 р. Формат 60x90/16.

Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний.

Друк – цифровий. Ум. друк. аркушів. 36,75

Наклад 300 прим. Зам. № 2115184

Видавець ТОВ «ПЛАНЕТА-ПРІНТ»

вул. Багалія, 16, м. Харків, 61002,

свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4568 від 17.06.2013.

Виготовлювач ФЛ-П Черняк Л. О.

61002, м. Харків, вул. Багалія, 16

Свідоцтво № 2480000000079553, від 16.05.2007 р.