

**М. В. ОРЕШКІН,
М. С. КУРИЛО,
О. В. КАЛАЙДО**

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

**Міністерство освіти і науки України
Державний заклад
«Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка»**

**М. В. ОРЕШКІН,
М. С. КУРИЛО,
О. В. КАЛАЙДО**

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

*Навчальний посібник
для студентів усіх напрямків підготовки
та форм навчання*

**Луганськ
ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»
2013**

УДК 331.45 (075.8)
ББК 65.246я73
О 64

Рецензенти:

- Осенін Ю. І.** – доктор технічних наук, професор, проректор з науки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.
- Чесноков О. В.** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка».
- Ревякіна О. О.** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка».

М64 Орешкін М. В. Основи охорони праці : навчальний посібник для студ. усіх спец., напрямків підготовки та форм навчання / М. В. Орешкін, М. С. Курило, О. В. Калайдо; Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». – Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013. – 167 с.

Навчальний посібник складається з нормативної частини (Закон України «Про охорону праці») та двох навчальних модулів, які містять основні теоретичні відомості з найбільш важливих розділів дисципліни та рекомендації до 8 лабораторних і 8 практичних занять за даними розділами.

Посібник призначений для студентів 4 курсів ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка» денної та заочної форм навчання незалежно від їх професійного спрямування, також він буде корисним при виконанні відповідних розділів дипломних та магістерських робіт.

УДК 331.45 (075.8)
ББК 65.246я73

*Рекомендовано до друку навчально-методичною радою
Луганського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол № 2 від 30 жовтня 2013 року)*

© Орешкін М. В., Курило М. С., Калайдо О. В., 2013
© ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013

ЗМІСТ

Передмова.....	6
Питання курсу.....	9
Закон України «Про охорону праці».....	13

Модуль 1. Основи виробничої санітарії

<i>Розділ 1. Дослідження метеорологічних умов у виробничих та навчальних приміщеннях.....</i>	<i>29</i>
1.1. Метеорологічні фактори робочої зони.....	29
1.2. Прибори та методи виміру температури.....	30
1.3. Прибори та методи виміру атмосферного тиску.....	32
1.4. Прибори та методи виміру вологості повітря.....	33
1.5. Прибори та методи виміру швидкості повітря.....	34
<i>Практичне заняття № 1. Розрахунок опалення та теплової завіси виробничого приміщення.....</i>	<i>36</i>
<i>Лабораторна робота № 1. Дослідження параметрів мікроклімату робочої зони.....</i>	<i>40</i>
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>41</i>
<i>Розділ 2. Природне освітлення.....</i>	<i>42</i>
2.1. Загальні визначення.....	42
2.2. Фізичні характеристики світла.....	43
2.3. Типи природного освітлення приміщень.....	44
2.4. Гігієнічні норми освітленості робочих місць.....	45
2.5. Види розрахунків природного освітлення.....	46
<i>Практичне заняття № 2. Перевірочний розрахунок природного освітлення виробничих приміщень.....</i>	<i>47</i>
<i>Лабораторна робота № 2. Дослідження та оцінка якості природного освітлення.....</i>	<i>51</i>
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>53</i>
<i>Розділ 3. Штучне освітлення.....</i>	<i>54</i>
3.1. Класифікація штучного освітлення.....	54
3.2. Якісні характеристики штучного освітлення.....	55
3.3. Загальні відомості про лампи розжарювання.....	56
3.4. Газорозрядні лампи штучного освітлення.....	58
3.5. Розрахунок штучного освітлення.....	60
<i>Практичне заняття №3. Розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення.....</i>	<i>62</i>
<i>Лабораторна робота № 3. Дослідження та оцінка якості штучного освітлення.....</i>	<i>65</i>
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>68</i>

Розділ 4. Шуми та вібрації	68
4.1. Класифікація шумів.....	68
4.2. Захист від шумів.....	71
4.3. Загальні поняття про вібрації.....	73
4.4. Гігієнічні норми вібрацій.....	74
4.5. Основи віброзахисту.....	75
<i>Практичне заняття № 4. Розрахунок динамічного віброгасника</i>	78
<i>Лабораторна робота № 4. Визначення рівня шуму на</i> <i>робочому місці</i>	81
<i>Питання для самоконтролю</i>	83

Модуль 2. Основи пожежної та електричної безпеки

Розділ 5. Основи пожежної безпеки	84
5.1. Загальні відомості про процес горіння.....	84
5.2. Класифікація приміщень та матеріалів.....	85
5.3. Вогнегасні речовини.....	87
5.4. Засоби виявлення пожеж.....	90
5.5. Методи гасіння пожеж.....	93
<i>Практичне заняття № 5. Вибір типів та кількості</i> <i>засобів пожежегасіння</i>	94
<i>Лабораторна робота № 5. Вивчення конструкції та принципу</i> <i>дії первинних засобів гасіння пожеж</i>	96
<i>Питання для самоконтролю</i>	103
Розділ 6. Основи електричної безпеки	104
6.1. Фізичні основи електричної безпеки.....	104
6.2. Загальні визначення електробезпеки.....	106
6.3. Фактори ураження електричним струмом.....	107
6.4. Дія електричного струму на організм.....	110
6.5. Види ураження електричним струмом.....	110
<i>Практичне заняття № 6. Умови ураження</i> <i>електричним струмом</i>	112
<i>Лабораторна робота № 6. Вимір питомого опору ґрунту</i>	114
<i>Питання для самоконтролю</i>	117
Розділ 7. Методи та засоби захисту від ураження електричним струмом	118
7.1. Технічні засоби захисту.....	118
7.2. Електричні засоби захисту.....	119
7.3. Методи захисту в аварійних режимах.....	120
7.4. Перша допомога при ураженні електричним струмом.....	123
7.5. Контакт струмопровідних частин із землею.....	124

<i>Практичне заняття № 7. Розрахунок захисного заземлення для електроустановок напругою до 1000 В.....</i>	<i>125</i>
<i>Лабораторна робота № 7. Вимір опору захисного заземлення.....</i>	<i>128</i>
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>132</i>
<i>Розділ 8. Захист від іонізуючих випромінювань.....</i>	<i>133</i>
8.1. Види іонізуючих випромінювань.....	133
8.2. Кількісні характеристики опромінення.....	135
8.3. Дія іонізуючого випромінювання на організм.....	136
8.4. Санітарні норми опромінення.....	138
8.5. Методи та засоби радіаційної безпеки.....	139
<i>Практичне заняття № 8. Дозиметрія іонізуючих випромінювань....</i>	<i>141</i>
<i>Лабораторна робота № 8. Прибори і методи радіаційного контролю.....</i>	<i>143</i>
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>146</i>
Тестові завдання.....	147
Законодавчі і нормативні акти про охорону праці.....	156
Додатки.....	160
Список використаної та рекомендованої літератури.....	172

ПЕРЕДМОВА

Охорона праці – одна із важливих соціально-економічних проблем сучасного суспільства. В нашій країні реалізується широка програма соціально-економічних заходів, направлених на оздоровлення виробничого і навколишнього середовища, поліпшення умов праці, побуту, відпочинку, підвищення рівня життя і здоров'я населення. На підприємствах серйозна увага приділяється створенню необхідних санітарно-гігієнічних, морально-психологічних, безпечних, здорових умов праці технологічного персоналу. Застосування в сучасному виробництві складного устаткування, нових матеріалів, електричної енергії та газу вимагає від адміністративного персоналу суворого дотримання і виконання умов охорони праці.

Основними складовими охорони праці є законодавство про працю, виробнича санітарія, техніка безпеки і пожежна безпека, які тісно пов'язані між собою. Законодавство про працю регламентує питання трудового права, санітарно-гігієнічні та технічні норми. Виробнича санітарія й техніка безпеки передбачають проведення на виробництві заходів, які запобігають дії на працівників шкідливих і небезпечних факторів, а пожежна безпека вивчає заходи запобігання виникненню пожеж та способи їх гасіння.

У процесі вивчення курсу охорони праці у вищих навчальних закладах великого значення окрім теоретичних також набувають практичні заняття. Вони дають змогу опанувати методики оцінки параметрів мікроклімату робочої зони, відпрацювати навички роботи з вимірювальними приладами і нормативними документами.

Навчальний посібник «Основи охорони праці» є допоміжним засобом при вивченні даної дисципліни, призначеним для кращого засвоєння питань виробничої санітарії, гігієни праці та виробничої (пожежної та електричної) безпеки. Найменш складна частина даної дисципліни – правові та організаційні основи охорони праці, в даному посібнику не розглядається, вона може бути вивчена за допомогою підручників. Крім того, в кінці посібника наведено перелік необхідних нормативно-правових документів з охорони праці.

Даний навчальний посібник має дві мети: по-перше – надати студентам у повному обсязі лекційний матеріал з питань виробничої санітарії та виробничої безпеки, зорієнтувати на найбільш важливі моменти названих частин курсу, допомогти в підготовці до модульних чи екзаменаційних робіт; по-друге – сприяти опануванню студентами не менш важливої практичної частини курсу, допомогти у набутті практичних навичок роботи з контрольно-вимірювальними приладами,

підготувати їх до самостійного виконання завдань самостійної роботи (СРС), та надати всю необхідну інформацію в процесі її виконання.

Навчальний посібник складений у повній відповідності до діючої програми курсу «Основи охорони праці» і складається з нормативної частини та двох навчальних модулів: «Основи виробничої санітарії» та «Основи пожежної та електричної безпеки». В першому модулі розглядаються методи аналізу та створення необхідних параметрів мікроклімату робочої зони, таких як температура, вологість, швидкість руху повітря, освітленість робочих місць, також значну увагу приділено методам та засобам захисту від шумів і вібрацій. Другий модуль посібника присвячений питанням пожежної та електричної безпеки – класифікації приміщень за ступенем електричної та пожежної небезпеки, методам і засобам виявлення та гасіння пожеж, заходам електробезпеки на виробництві.

Посібник орієнтовано насамперед на студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Професійна освіта», проте він може бути використаний і студентами інших спеціальностей, оскільки всі питання, що включені до посібника, входять до типової робочої програми з дисципліни «Основи охорони праці» і є обов'язковими до вивчення в рамках даної дисципліни незалежно від професійного спрямування студентів.

Навчальний посібник «Основи охорони праці» призначений не лише для того, аби розширити лекційний матеріал з найбільш важливих питань курсу. В ньому паралельно подано рекомендації щодо проведення лабораторних робіт та практичних занять. Це дозволить викладачам даної дисципліни варіювати видами занять в залежності від навчального плану даної дисципліни, використовувати навчальний посібник при роботі зі студентами будь-яких спеціальностей. На погляд авторів, саме розумне поєднання лабораторних робіт з практичними заняттями здатне забезпечити якісне засвоєння матеріалу даного курсу. Завдання до самоконтролю у тестовій формі, наведені у кінці видання, мають допомогти студентам при підготовці до модульних робіт.

Особливістю даного навчального посібника є його дуалістична структура, де одразу після теоретичної частини показане практичне застосування набутих знань, наведено сфери їх застосування. В теоретичній частині всі питання курсу спершу розглянуті з фізичної точки зору, адже без знання природи явищ неможливе повне розуміння дії на людський організм тих чи інших шкідливих та небезпечних чинників. У Додатках навчального посібника наведено повний

довідниковий матеріал, тому посібник може бути корисним не лише при вивченні дисципліни, а й в процесі трудової діяльності.

Засвоєння дисципліни «Основи охорони праці» студентами на першому етапі здійснюється шляхом прослуховування лекцій і самостійної роботи над теоретичною частиною матеріалу, наведеною в посібнику. Проте для повного освоєння студентами програмних питань необхідне також набуття практичних навичок розв'язання реальних задач та користування вимірювальними приладами. Для цього в кожному розділі існують практична і лабораторна частина. Отримавши завдання до самостійної роботи, студент має самостійно вирішати задачу, наведену у посібнику, і порівняти отримані результати з авторськими. У разі виникнення труднощів при вирішенні власної задачі або при підготовці до лабораторної роботи студент звертається по консультацію до викладачів даної дисципліни на найближчому занятті.

Даний посібник є результатом науково-методичної діяльності авторів в Луганському національному університеті імені Тараса Шевченка, всі наведені практичні та лабораторні роботи апробовані на кафедрі БЖД, охорони праці та цивільного захисту. Перехід до університетської інженерної освіти вимагає більш повного фізичного трактування деяких питань, ускладнення математичного апарату, що знайшло відображення в даному посібнику. Матеріал в посібнику розподілений між авторами наступним чином: лекційний матеріал написаний Орешкіним М. В., завдання до СРС і приклади розв'язання практичних задач складені Курило М. С, а методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт і Додатки складені Калайдо О. В.

Автори будуть вдячні читачам, які пришлють відгуки і побажання за адресою: м. Луганськ, вул. Оборонна 2а, видавництво ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», або на адресу кафедри: м. Луганськ, вул. Оборонна 2а, кафедра БЖД, охорони праці та цивільного захисту, завідувачу кафедри Орешкіну М. В.

Питання курсу

1. Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном.
2. Суб'єкти і об'єкти охорони праці.
3. Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників.
4. Законодавство України про охорону праці.
5. Охорона праці жінок, неповнолітніх, інвалідів.
6. Відповідальність посадових осіб і працівників за порушення законодавства про охорону праці.
7. Санітарні та будівельні норми.
8. Стандарти в галузі охорони праці.
9. Акти з охорони праці, що діють в організації, їх склад і структура.
10. Фінансування охорони праці.
11. Система державного управління охороною праці в Україні.
12. Органи державного нагляду за охороною праці, їх основні повноваження і права.
13. Структура, основні функції і завдання управління охороною праці в організації.
14. Служба охорони праці підприємства, її структура та чисельність.
15. Громадський контроль за станом охорони праці на підприємстві.
16. Права і обов'язки працівників служби охорони праці.
17. Комісія з питань охорони праці підприємства, її завдання.
18. Атестація робочих місць за умовами праці.
19. Кольори, знаки безпеки та сигнальна розмітка.
20. Принципи організації та види навчання з питань охорони праці.
21. Навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників під час прийняття на роботу.
22. Навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників в процесі роботи.
23. Інструктажі з питань охорони праці. Види інструктажів.
24. Інструктажі з питань охорони праці для вихованців, учнів, студентів.
25. Виробничі травми, професійні захворювання, нещасні випадки виробничого характеру.
26. Основні причини виробничих травм та професійних захворювань.
27. Розподіл травм за ступенем тяжкості.
28. Основні заходи по запобіганню травматизму та професійним захворюванням.
29. Іонізуюче випромінювання.
30. Джерела іонізуючого випромінювання, їх класифікація і особливості використання.

31. Методи та засоби захисту персоналу від іонізуючого випромінювання у виробничих умовах.
32. Класи шкідливості підприємств за санітарними нормами.
33. Системи енерго- та водопостачання, каналізація, транспортні комунікації.
34. Вимоги охорони праці до розташування виробничого і офісного обладнання та організації робочих місць.
35. Загальні вимоги безпеки до технологічного обладнання та процесів.
36. Безпека під час експлуатації систем під тиском.
37. Безпека під час вантажно-розвантажувальних робіт.
38. Роль центральної нервової системи в трудовій діяльності людини. Втома.
39. Гігієна праці, її значення.
40. Чинники, що визначають санітарно-гігієнічні умови праці.
41. Контроль параметрів мікроклімату.
42. Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.
43. Джерела забруднення повітряного середовища шкідливими речовинами.
44. Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин.
45. Контроль за станом повітряного середовища на виробництві.
46. Заходи та засоби попередження забруднення повітря робочої зони.
47. Вентиляція, її види.
48. Природна вентиляція.
49. Системи штучної (механічної) вентиляції, їх вибір, конструктивне оформлення.
50. Місцева (локальна) механічна вентиляція.
51. Освітлення виробничих приміщень, основні світлотехнічні величини.
52. Класифікація виробничого освітлення.
53. Основні вимоги до виробничого освітлення.
54. Нормування освітлення, розряди зорової роботи.
55. Джерела штучного освітлення, лампи і світильники.
56. Вібрації, їх джерела, класифікація і характеристики.
57. Методи контролю параметрів вібрацій.
58. Засоби колективного та індивідуального захисту від вібрацій.
59. Шуми.
60. Основні параметри звукового поля.
61. Класифікація шумів за походженням, характером, спектром та часовими характеристиками.

62. Нормування шумів, контроль параметрів шуму, вимірні прилади.
63. Методи та засоби колективного та індивідуального захисту від шуму.
64. Інфразвук та ультразвук, їх джерела.
65. Нормування та контроль рівнів шумів.
66. Основні методи та засоби захисту від ультразвуку та інфразвуку.
67. Електромагнітні поля та випромінювання радіочастотного діапазону.
68. Джерела, особливості і класифікація електромагнітних випромінювань, електричних і магнітних полів.
69. Характеристики полів і випромінювань.
70. Прилади та методи контролю інтенсивності електромагнітних полів.
71. Захист від електромагнітних випромінювань і полів.
72. Робоча зона та повітря робочої зони.
73. Мікроклімат робочої зони, його нормування.
74. Типи систем кондиціонування повітря робочої зони.
75. Випромінювання оптичного діапазону.
76. Класифікація та джерела випромінювань оптичного діапазону.
77. Особливості інфрачервоного, ультрафіолетового та лазерного випромінювання.
78. Засоби та заходи захисту інфрачервоного, ультрафіолетового та лазерного випромінювання.
79. Класифікація лазерів і специфіка захисту від лазерного випромінювання.
80. Види електричного струму та його фізичні характеристики.
81. Дія електричного струму на організм людини.
82. Електричні травми, їх види.
83. Чинники, що впливають на ступінь ураження електричним струмом.
84. Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом.
85. Умови ураження людини електричним струмом.
86. Призначення та принцип дії захисного заземлення.
87. Вибір та розрахунок заземлюваних пристроїв.
88. Трифазні електромережі з різними режимами нейтралі.
89. Призначення та сфера застосування захисного занулення.
90. Напруга кроку та дотику.
91. Безпечна експлуатація електроустановок: електрозахисні засоби і заходи.

92. Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.
93. Показники вибухопожеженобезпечних властивостей матеріалів і речовин.
94. Категорії приміщень за вибухопожеженобезпечністю.
95. Класифікація вибухонебезпечних та пожеженобезпечних приміщень і зон.
96. Основні засоби і заходи забезпечення пожежної безпеки.
97. Пожежна сигналізація, її типи та принцип дії.
98. Засоби пожежегасіння, їх класифікація.
99. Дії персоналу при виникненні пожежі.
100. Забезпечення та контроль стану пожежної безпеки на виробництві.

ЗАКОН УКРАЇНИ «ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ»

Даний Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

РОЗДІЛ I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Стаття 1. Визначення понять і термінів

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник – особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Стаття 2. Сфера дії Закону

Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

Стаття 3. Законодавство про охорону праці

Законодавство про охорону праці складається з цього Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Якщо міжнародним договором, згода на обов'язковість якого надана Верховною Радою України, встановлено інші норми, ніж ті, що передбачені законодавством України про охорону праці, застосовуються норми міжнародного договору.

Стаття 4. Державна політика в галузі охорони 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. Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;
- адаптації трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану;
- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;
- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

РОЗДІЛ II ГАРАНТІЇ ПРАВ НА ОХОРОНУ ПРАЦІ

Стаття 5. Права на охорону праці під час укладання трудового договору

Умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці.

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Працівнику не може пропонуватися робота, яка за медичним висновком протипоказана йому за станом здоров'я. До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи за наявності висновку психофізіологічної експертизи.

Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

Стаття 6. Права працівників на охорону праці під час роботи

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 законодавства.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці.

За період простою з причин, передбачених частиною другою цієї статті, які виникли не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не додержується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку і у разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства.

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, дільниці, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду за охороною праці чи службою охорони праці за працівником зберігаються місце роботи, а також середній заробіток.

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

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці у підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються в порядку, визначеному законодавством.

У разі роз'їзного характеру роботи працівникові виплачується грошова компенсація на придбання лікувально-профілактичного харчування, молока або рівноцінних йому харчових продуктів на умовах, передбачених колективним договором.

Роботодавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою, трудовим договором) працівникові пільги і компенсації, не передбачені законодавством.

Протягом дії укладеного з працівником трудового договору роботодавець повинен, не пізніше як за 2 місяці, письмово інформувати працівника про зміни виробничих умов та розмірів пільг і компенсацій, з урахуванням тих, що надаються йому додатково.

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

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби. Працівники, які залучаються до разових робіт, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварій, стихійного лиха тощо, що не передбачені трудовим договором, повинні бути забезпечені зазначеними засобами.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити за свій рахунок придбання, комплектування, видачу та утримання засобів індивідуального захисту відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці та колективного договору.

У разі передчасного зношення цих засобів не з вини працівника роботодавець зобов'язаний замінити їх за свій рахунок. У разі придбання працівником спецодягу, інших засобів індивідуального захисту, мийних та знешкоджувальних засобів за свої кошти роботодавець зобов'язаний компенсувати всі витрати на умовах, передбачених колективним договором.

Згідно з колективним договором роботодавець може додатково, понад встановлені норми, видавати працівникові певні засоби індивідуального захисту, якщо фактичні умови праці цього працівника вимагають їх застосування.

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

Відшкодування шкоди, заподіяної працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я або у разі смерті працівника, здійснюється Фондом соціального страхування від нещасних випадків відповідно до Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

Роботодавець може за рахунок власних коштів здійснювати потерпілим та членам їх сімей додаткові виплати відповідно до колективного чи трудового договору.

За працівниками, які втратили працездатність у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням, зберігаються місце роботи (посада) та середня заробітна плата на весь період до відновлення працездатності або до встановлення стійкої

втрати професійної працездатності. У разі неможливості виконання потерпілим попередньої роботи проводяться його навчання і перекваліфікація, а також працевлаштування відповідно до медичних рекомендацій.

Час перебування на інвалідності у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням зараховується до стажу роботи для призначення пенсії за віком, а також до стажу роботи із шкідливими умовами, який дає право на призначення пенсії на пільгових умовах і в пільгових розмірах у порядку, встановленому законом.

Стаття 10. Охорона праці жінок

Забороняється застосування праці жінок на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах, крім деяких підземних робіт (нефізичних робіт або робіт, пов'язаних з санітарним та побутовим обслуговуванням), а також залучення жінок до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми, відповідно до переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, граничних норм підймання і переміщення важких речей, що затверджуються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я.

Праця вагітних жінок і жінок, які мають неповнолітню дитину, регулюється законодавством.

Стаття 11. Охорона праці неповнолітніх

Не допускається залучення неповнолітніх до праці на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах, до нічних, надурочних робіт та робіт у вихідні дні, а також до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми, відповідно до переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, граничних норм підймання і переміщення важких речей, що затверджуються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я.

Неповнолітні приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду. Порядок трудового і професійного навчання неповнолітніх професій, пов'язаних з важкими роботами і роботами із шкідливими або небезпечними умовами праці, визначається положенням, яке затверджується центральним органом виконавчої

влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони праці.

Вік, з якого допускається прийняття на роботу, тривалість робочого часу, відпусток та деякі інші умови праці неповнолітніх визначаються законом.

Стаття 12. Охорона праці інвалідів

Підприємства, які використовують працю інвалідів, зобов'язані створювати для них умови праці з урахуванням рекомендацій медико-соціальної експертної комісії та індивідуальних програм реабілітації, вживати додаткових заходів безпеки праці, які відповідають специфічним особливостям цієї категорії працівників.

У випадках, передбачених законодавством, роботодавець зобов'язаний організувати навчання, перекваліфікацію і працевлаштування інвалідів відповідно до медичних рекомендацій.

Залучення інвалідів до надурочних робіт і робіт у нічний час можливе лише за їх згодою та за умови, що це не суперечить рекомендаціям медико-соціальної експертної комісії. (Частина третя статті 12 із змінами, внесеними згідно із Законом N 1331-IV).

РОЗДІЛ III. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Стаття 13. Управління охороною праці та обов'язки роботодавця

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.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;
- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі – акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;
- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;
- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

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

Працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;
- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Стаття 15. Служба охорони праці на підприємстві

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до типового положення, що затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони праці. (Частина перша статті 15 із змінами, внесеними згідно із Законом N 5459-VI від 16.10.2012).

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб. Спеціалісти служби охорони праці у разі виявлення порушень охорони праці мають право:

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;
- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;
- зупиняти роботу виробництва, дільниці, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;
- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Стаття 16. Комісія з питань охорони праці підприємства

На підприємстві з метою забезпечення пропорційної участі працівників у вирішенні будь-яких питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за рішенням трудового колективу може створюватися комісія з питань охорони праці.

Комісія складається з представників роботодавця та професійної спілки, а також уповноваженої найманими працівниками особи, спеціалістів з безпеки, гігієни праці та інших служб підприємства відповідно до типового положення, що затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони праці. Рішення комісії мають рекомендаційний характер.

Стаття 17. Обов'язкові медичні огляди працівників певних категорій

Роботодавець зобов'язаний за свої кошти забезпечити фінансування та організувати проведення попереднього (під час прийняття на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року. За результатами періодичних медичних оглядів у разі потреби роботодавець повинен забезпечити проведення відповідних оздоровчих заходів. Медичні огляди проводяться відповідними закладами охорони здоров'я, працівники яких несуть відповідальність згідно із законодавством за відповідність медичного висновку фактичному стану здоров'я працівника. Порядок проведення медичних оглядів визначається центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я.

Роботодавець має право в установленому законом порядку притягнути працівника, який ухиляється від проходження обов'язкового медичного огляду, до дисциплінарної відповідальності, а також зобов'язаний відсторонити його від роботи без збереження заробітної плати.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити за свій рахунок позачерговий медичний огляд працівників:

- за заявою працівника, якщо він вважає, що погіршення стану його здоров'я пов'язане з умовами праці;
- за своєю ініціативою, якщо стан здоров'я працівника не дозволяє йому виконувати свої трудові обов'язки.

За час проходження медичного огляду за працівниками зберігаються місце роботи (посада) і середній заробіток.

Стаття 18. Навчання з питань охорони праці

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 аварії.

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.

Перелік робіт з підвищеною небезпекою затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони праці.

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.

Порядок проведення навчання та перевірки знань посадових осіб з питань охорони праці визначається типовим положенням, що затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони праці.

Не допускаються до роботи працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці. У разі виявлення у працівників, у тому числі посадових осіб, незадовільних знань з питань охорони праці, вони повинні у місячний строк пройти повторне навчання і перевірку знань.

Вивчення основ охорони праці, а також підготовка та підвищення кваліфікації спеціалістів з охорони праці з урахуванням особливостей виробництва відповідних об'єктів економіки забезпечуються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері освіти і науки, в усіх навчальних закладах за програмами, погодженими із центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці.

Стаття 19. Фінансування охорони праці

Фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем. Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання

загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах.

Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка від фонду оплати праці за попередній рік.

Суми витрат з охорони праці, що належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Стаття 20. Регулювання охорони праці у колективному договорі, угоді

У колективному договорі, угоді сторони передбачають забезпечення працівникам соціальних гарантій у галузі охорони праці на рівні, не нижчому за передбачений законодавством, їх обов'язки, а також комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, професійного захворювання, аваріям і пожежам, визначають обсяги та джерела фінансування зазначених заходів.

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

Виробничі будівлі, споруди, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію після будівництва (виготовлення) або реконструкції, капітального ремонту тощо, та технологічні процеси повинні відповідати вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

Проектування виробничих об'єктів, розроблення нових технологій, засобів виробництва, засобів колективного та індивідуального захисту працюючих повинні провадитися з урахуванням вимог щодо охорони праці. Не допускається виготовлення впровадження нових для даного підприємства технологій і зазначених засобів без попередньої експертизи робочого проекту або

робочої документації на їх відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці. Фінансування цих робіт може провадитися лише після одержання позитивних результатів експертизи. Експертиза проєктів будівництва проводиться відповідно до статті 31 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності».

Роботодавець повинен одержати дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки (далі – дозвіл). Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, видає дозволи на безоплатній основі на підставі висновку експертизи стану охорони праці та безпеки промислового виробництва суб'єкта господарювання, проведеної експертно-технічними центрами, які належать до сфери управління центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, або незалежними експертними організаціями, які забезпечують науково-технічну підтримку державного нагляду у сфері промислової безпеки та охорони праці. На застосування машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки виробник або постачальник устаткування підвищеної небезпеки отримує дозвіл до прийняття зобов'язань на постачання.

Порядок видачі дозволів або відмови в їх видачі, переоформлення, видачі дублікатів, анулювання дозволів центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, переліки видів робіт, машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки, проведення або експлуатація (застосування) яких потребує отримання дозволу, та граничні розміри тарифів на проведення експертизи стану охорони праці та безпеки промислового виробництва суб'єкта господарювання, висновки якої є підставою для видачі дозволів, встановлюються Кабінетом Міністрів України.

Строк дії дозволу становить:

- на виконання робіт або на експлуатацію машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки – п'ять років (з подальшим його продовженням);
- на застосування машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки – безстроково.

Підставою для переоформлення документа дозвільного характеру є:

- зміна найменування суб'єкта господарювання – юридичної особи або прізвища, імені та по батькові фізичної особи-підприємця;
- зміна місцезнаходження суб'єкта господарювання.

Підставою для відмови у переоформленні, видачі дубліката дозволу є:

- подання роботодавцем неповного пакета документів, необхідних для переоформлення, видачі дубліката дозволу згідно із встановленим законодавством вичерпним переліком;
- виявлення в документах, поданих роботодавцем, недостовірних відомостей;
- зміна ідентифікаційного коду за Єдиним державним реєстром підприємств та організацій України (ЄДРПОУ) юридичної особи або реєстраційного номера облікової картки платника податків з Державного реєстру фізичних осіб-платників податків, зазначеного у дозволі.

Переоформлення, видача дубліката дозволу здійснюються на безоплатній основі. Набуття права на виконання робіт підвищеної небезпеки та експлуатації (застосування) машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки може здійснюватися на підставі декларації відповідності матеріально-технічної бази вимогам законодавства з охорони праці. Переліки видів робіт, машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки, виконання або експлуатація (застосування) яких може здійснюватися на підставі такої декларації, встановлюються Кабінетом Міністрів України.

Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, протягом 10 робочих днів з дня надходження заяви на одержання дозволу та необхідних документів приймає рішення про видачу дозволу або про відмову в його видачі із зазначенням підстав, визначених цією статтею. Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, приймає рішення про відмову у видачі дозволу в разі:

- неподання роботодавцем необхідних документів та (або) їх оформлення з порушенням встановлених вимог;
- подання недостовірних відомостей або висновку за результатами експертизи, який затверджено чи складено більш як за рік до дня подання заяви;
- встановлення згідно з висновком за результатами експертизи невідповідності об'єкта експертизи вимогам законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці.

Підставою для анулювання дозволу є:

- заява роботодавця або уповноваженої ним особи про анулювання дозволу;

- припинення юридичної особи (злиття, приєднання, поділ, перетворення або ліквідація) або підприємницької діяльності фізичною особою - підприємцем;
- виявлення у поданих роботодавцем документах недостовірних відомостей щодо виконання робіт підвищеної небезпеки або експлуатації (застосування) устаткування підвищеної небезпеки, на які видано дозвіл;
- повторне порушення вимог законодавства про охорону праці під час виконання робіт підвищеної небезпеки або експлуатації (застосування) устаткування підвищеної небезпеки, на які видано дозвіл;
- виникнення аварії, вибуху, пожежі, нещасного випадку, якщо в акті розслідування встановлено, що причиною такої події стало недодержання вимог законодавства про охорону праці під час виконання робіт підвищеної небезпеки або експлуатації (застосування) устаткування підвищеної небезпеки, на які видано дозвіл;
- створення перешкод під час проведення посадовими особами центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, або його територіального органу перевірки додержання вимог законодавства про охорону праці під час виконання робіт підвищеної небезпеки або експлуатації (застосування) устаткування підвищеної небезпеки, на які видано дозвіл.

Перелік підстав для анулювання дозволу, наведений у частині дванадцятій цієї статті, є вичерпним. Про анулювання дозволу роботодавець повідомляється у письмовій формі із зазначенням підстав щодо анулювання цього дозволу протягом п'яти днів з дня прийняття рішення органом, який видав дозвіл.

Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, оприлюднює інформацію про всі видані та анульовані дозволи у засобах масової інформації.

Експертиза проектної та іншої документації на виготовлення і впровадження нових технологій і засобів виробництва, засобів колективного та індивідуального захисту, реєстрація, огляди, випробування тощо виробничих об'єктів, інженерних інфраструктур об'єктів соціально-культурного призначення провадяться у порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України.

У разі, коли роботодавець не одержав зазначеного дозволу, місцевий орган виконавчої влади або орган місцевого самоврядування, за поданням центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, вживає заходів до скасування державної реєстрації цього підприємства у встановленому законом порядку за умови, якщо протягом місяця від часу виявлення

вказаних недоліків роботодавець не провів належних заходів з їх усунення. Технологічні процеси, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, хімічні речовини і їх сполуки та інша небезпечна продукція, придбані за кордоном, допускаються в експлуатацію (до застосування) лише за умови проведення експертизи на відповідність їх нормативно-правовим актам з охорони праці, що чинні на території України.

Не допускається застосування у виробництві шкідливих речовин у разі відсутності їх гігієнічної регламентації та державної реєстрації.

Усі дозволи, передбачені цією статтею, при здійсненні діяльності в межах території виключної (морської) економічної зони України та на континентальному шельфі на умовах угоди про розподіл продукції, укладеної відповідно до Закону України «Про угоди про розподіл продукції», надаються інвестору в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

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

Роботодавець повинен організувати розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій відповідно до положення, що затверджується Кабінетом Міністрів України за погодженням з всеукраїнськими об'єднаннями профспілок.

За підсумками розслідування нещасного випадку, професійного захворювання або аварії роботодавець складає акт за встановленою формою, один примірник якого він зобов'язаний видати потерпілому або іншій заінтересованій особі не пізніше трьох днів з моменту закінчення розслідування. У разі відмови роботодавця скласти акт про нещасний випадок чи незгоди потерпілого з його змістом питання вирішуються посадовою особою органу державного нагляду за охороною праці, рішення якої є обов'язковим для роботодавця. Рішення посадової особи органу державного нагляду за охороною праці може бути оскаржене у судовому порядку.

Стаття 23. Інформація та звітність про стан охорони праці

Роботодавець зобов'язаний інформувати працівників або осіб, уповноважених на здійснення громадського контролю за дотриманням вимог нормативно-правових актів з охорони праці, та Фонд соціального страхування від нещасних випадків про стан охорони праці, причину аварій, нещасних випадків і професійних захворювань і про заходи, яких вжито для їх усунення та для забезпечення на підприємстві умов і безпеки праці на рівні нормативних вимог.

МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ У ВИРОБНИЧИХ ТА НАВЧАЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

1.1. Метеорологічні фактори робочої зони

Нормальне самопочуття людини на підприємстві та у побуті в першу чергу залежить від метеорологічних умов (мікроклімату). Мікрокліматом називають сукупність фізичних факторів виробничого середовища, які комплексно впливають на тепловий стан організму – температури, вологості та швидкості руху повітря, атмосферного тиску та інтенсивність теплового випромінювання.

Атмосферне повітря є сумішшю 78% азоту, 21% кисню близько 1% аргону, вуглекислоти та інших газів у незначній концентрації, а також води у всіх фазових станах [1]. Зменшення вмісту кисню нижче 13% ускладнює дихання і може привести до втрати свідомості. Високий вміст кисню може викликати шкідливі окисні реакції в організмі.

Людина постійно перебуває в процесі теплової взаємодії з навколишнім середовищем. В організмі постійно виробляється тепло, а його надлишки виділяються у навколишнє повітря. В стані спокою людина за добу втрачає близько 7 120 кДж, при здійсненні легкої роботи – 10 470 кДж, при здійсненні роботи середньої важкості – 16 760 кДж, при виконанні важких фізичних робіт втрати енергії становлять 25 140 – 33 520 кДж. Виділення теплоти відбувається здебільшого через шкіру (до 85%) шляхом конвекції, а також у результаті випаровування поту з поверхні шкіри.

За рахунок терморегуляції температура тіла залишається постійної – 36,65°C, що є найважливішим показником нормального самопочуття. Зміна температури навколишнього повітря приводить до змін у характері теплообміну. При температурі навколишнього повітря 15 – 25°C організм людини виробляє сталу кількість теплоти (зона спокою). При підвищенні температури повітря до 28°C ускладнюється нормальна розумова діяльність, послаблюється увага та опір організму різним шкідливим впливам, працездатність падає на третину. При температурі вище 33°C виділення тепла з організму відбувається лише за рахунок випару поту (I фаза перегріву). Втрати можуть становити до 10 літрів за робочу зміну. Разом з потом з організму виводяться вітаміни, що порушує вітамінний обмін.

Зневоднювання призводить до різкого зменшення об'єму плазми крові, яка втрачає вдвічі більше води за інші тканини та стає більше в'язкою. Додатково з водою йдуть з крові хлориди повареної солі до 20 – 50 г за зміну. Плазма крові втрачає здатність утримувати

воду. Випита вода швидко всмоктується та виводиться, а спрага при цьому не вгамовується. Відшкодовують втрату хлоридів в організмі за рахунок прийому підсоленої води з розрахунку 0,5 – 1,0 г/л. При несприятливих умовах теплообміну, коли віддається тепла менше, ніж виробляється в процесі праці, у людини може наступити II фаза перегріву організму – тепловий удар.

При зниженні температури навколишнього повітря кровоносні судини шкіри звужуються, приплив крові до поверхні тіла вповільнюється, знижується віддача тепла. Сильне охолодження приводить до обморожування шкіри. Зниження температури тіла до 35°C викликає хворобливі відчуття, при зниженні її нижче 34°C настає втрата свідомості та смерть.

Санітарними нормами і правилами (СаніП) встановлені оптимальні мікрокліматичні умови виробничого середовища: 19 – 21°C для кабінетів комп'ютерної техніки; 17 – 20°C для навчальних класів, кабінетів, аудиторій і спортивної зали; 16 – 18°C для навчальних майстерень, вестибюля, гардеробу та бібліотеки. Відносна вологість повітря прийнята за норму 40 – 60%, у теплий час до 75%, у класах комп'ютерної техніки 55 – 62%. Швидкість руху повітря повинна перебувати в межах 0,1 – 0,5 м/с, а в теплу пору року 0,5 – 1,5 м/с і 0,1 – 0,2 м/с для приміщень з обчислювальною технікою.

Життєдіяльність людини може проходити в широкому діапазоні тисків 73,4 – 126,7 кПа (550 – 950 мм. рт. ст.), проте найбільш комфортне самопочуття має місце за нормальних умов – 101,3 кПа (760 мм. рт. ст.). Зміна тиску на кілька сотень Па від нормальної величини викликає хворобливі відчуття. Також для здоров'я людини небезпечна швидка зміна тиску.

1.2. Прибори та методи виміру температури

Температура – фізична величина, що кількісно характеризує ступінь нагрітості тіла. Існує досить багато температурних шкал, проте найпоширенішими є шкали Цельсія й Кельвіна.

Абсолютна термодинамічна шкала Кельвіна T, K – шкала, в якій за початок відліку (0 K) прийнята температура абсолютного нуля – найнижча можлива у Всесвіті температура, за якої має припинитися тепловий рух атомів та молекул. Кельвін є одиницею виміру температури в системі СІ.

Термодинамічна шкала Цельсія $t, ^\circ C$ – шкала, у якій за початок відліку (0°C) прийнята температура плавлення льоду за нормального тиску, а за 100°C – температура кипіння води за нормального тиску.

Зв'язок між даними шкалами визначається співвідношенням

$$T = t + 273,15. \quad (1.1)$$

Для виміру температури навколишнього повітря в подальшому буде використовуватися лише шкала Цельсія.

Термометр – прилад, призначений для виміру температури. Для вимірів температур використовуються наступні типи термометрів:

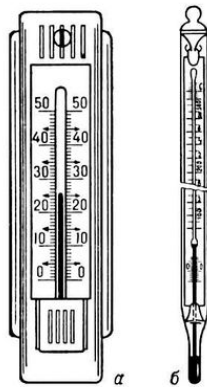
1. *Рідинно-скляні* – використання зміни об'єму рідини при зміні її температури;
2. *Механічні* – використовують різне теплове розширення двох різнорідних твердих тіл;
3. *Барометричні* – використовують зміну об'єму газів при зміні їх температури;
4. *Термометри опору* – використання залежності електричного опору провідників і напівпровідників від температури;
5. *Термоелектричні* – виникнення термо-ЕРС в замкненому ланцюзі з різнорідних металів, якщо їх спаї мають різну температуру;
6. *Пірометри* – прилади безконтактного виміру температури через визначення параметрів випромінювання.

З усіх типів для виміру температури повітря використовуються рідинно-скляні. Їх принцип дії базується на тепловому розширенні рідини в скляному балоні.

$$V = V_0(1 + \beta T), \quad (1.2)$$

де V_0 – об'єм рідини при температурі $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; β – об'ємний коефіцієнт розширення, $1/\text{K}$; T – температура тіла.

Термометр даного типу складається зі скляного балона, всередині якого знаходиться шкала і капілярна трубка, частково заповнена робочою речовиною. Конструктивно термометри поділяються на паличні (рис. 1.1, а) та із вкладеною шкалою (рис. 1.1, б)



В якості робочої речовини використовують етиловий спирт і ртуть. Термометри даного типу вимірюють температуру в межах від -100 до $400\text{ }^{\circ}\text{C}$, оскільки спирт замерзає при температурі $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$, а кипіння ртуті починається при $350\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Перевагами рідинно-скляних термометрів є досить висока точність, простота, дешевина, до недоліків можна віднести неможливість запису результатів і дистанційних вимірювань, теплову інерцію та низьку міцність.

Рис. 1.1. Рідинно-скляні термометри [1]

Температуру повітря найчастіше вимірюють спиртовими термометрами, проте в приміщеннях з високим рівнем теплового випромінювання її слід визначати за допомогою парного термометра, що складається з двох ртутних термометрів, резервуар одного з яких – зачорнений, а іншого – посріблений. Дійсну температуру повітря в робочій зоні (без урахування впливу випромінювання) розраховують по формулі

$$t = t_z - k(t_z - t_n), \quad (1.3)$$

де t_z – показання зачорненого термометра; k – константа приладу, вказана в його паспорті; t_n – показання посрібленого термометра.

1.3. Прибори та методи виміру атмосферного тиску

Сила ваги стовпа повітряного стовпа висотою 10 км, яка діє на одиницю земної поверхні, називається атмосферним тиском. В системі СІ за одиницю тиску прийнятий Паскаль (Па)

$$1 \text{ Па} = \frac{1 \text{ Н}}{1 \text{ м}^2}, \quad (1.4)$$

проте, як видно з (1.4), 1 Па – дуже мала величина тиску, тому при вимірі атмосферного тиску користуються кратними одиницями: кПа = 1000 Па і МПа = 10^6 Па = 1000 кПа.

Окрім Паскалю для вимірювання атмосферного тиску також використовуються позасистемні одиниці – міліметри ртутного (водяного) стовпа та бари, причому

$$1 \text{ бар} = 101,3 \text{ кПа} = 760 \text{ мм. рт. ст.}$$

Саме таке значення має атмосферний тиск на рівні моря.

Прилад для виміру атмосферного тиску називається барометром. Найбільш поширеним типом є металічний барометр-анероїд, конструкція якого показана на рис. 1.2.

Основу анероїда складає циліндрична камера K , з якої відкачане повітря. Камера герметично закрита тонкою гофрованою (хвилястою) мембраною M . Аби атмосферний тиск не сплюснув мембрану, вона за допомогою тяги T з'єднана з пружиною P , що закріплена на корпусі приладу. До пружини шарнірно прикріплений нижній кінець стрілки C , яка може обертатися навколо осі O . Для виміру показань приладу слугує шкала $Ш$. При зміні атмосферного тиску мембрана прогинається всередину або назовні і переміщує стрілку по шкалі, показуючи значення тиску (шкалу барометра-анероїда градуують і повіряють за показаннями ртутного барометра).

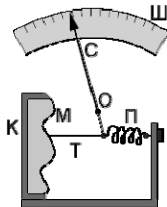


Рис. 1.2. Принципова схема барометра-анероїда [1]

Анероїди дуже зручні в роботі, міцні, малогабаритні, але менш точні, ніж ртутні барометри. Зовнішній вигляд барометра-анероїда показано на рис. 1.3.

Згідно барометричної формули



$$p = p_0 e^{-\frac{\rho g h}{RT}}, \quad (1.5)$$

значення атмосферного тиску залежить від висоти над поверхнею Землі, тому шкалу барометра-анероїда можна проградувати в метрах відповідно до розподілу тиску по висоті. Анероїд, що має шкалу, по якій можна визначити висоту підняття над Землею, називають *альтиметром (висотоміром)*. Їх широко використовують в авіації, парашутному спорті, альпінізмі.

Рис. 1.3. Барометр-анероїд [1]

1.4. Прибори та методи виміру вологості повітря

Атмосферне повітря завжди містить певну кількість водяної пари, тому по суті являється вологим повітрям – механічною сумішшю сухого повітря та водяної пари, яка слідує законам ідеальних газів. Для характеристики ступеня вологості повітря використовують абсолютну та відносну вологість.

Абсолютна вологість – кількість водяної пари, що міститься в 1 м³ повітря. Вимірюється дана величина або у кг/м³ (г/см³) і дорівнює густині пари за її парціального тиску при температурі суміші

$$\rho_n = \frac{P_n}{R_n T}, \quad (1.6)$$

де R_n – універсальна газова стала водяної пари, Дж/(кг·К).

Відносна вологість – відношенням дійсної густини (тиску) повітря, до максимально можливої (тиску або густини насиченого повітря) за даної температури

$$\varphi = \frac{\rho_n}{\rho_n} \cdot 100\% = \frac{P_n}{P_n} \cdot 100\%. \quad (1.7)$$

Відносна вологість повітря виражається у відсотках і є одною з головних метеорологічних величин. Для визначення вологості повітря використовують психрометричні та волосяні гігрометри.

Психрометр побутовий служить для виміру температури і вологості повітря. Він складається з двох термометрів (рис. 1.4),

причому резервуар правого термометра загорнутий у тканину, що змочена водою. Лівий термометр сухий і слугує для виміру температури повітря. Відліки по правому (змоченому) і лівому сухому термометру в поєднанні з служать для обчислення абсолютної і відносної вологості повітря.

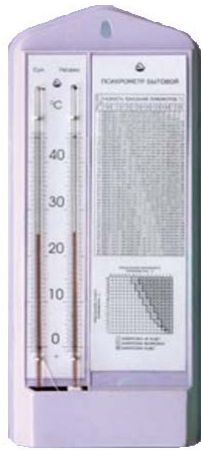


Рис. 1.4. Психрометр побутовий

Клаптик тканини, що огортає кульку термометра, має бути завжди чистим. Якщо він забруднився, його необхідно замінити новим. Міняти його слід, можливо, частіше: при постійній роботі не рідше, ніж раз в дві неділі. Поблизу приладу не повинно бути ніяких предметів, що мають температуру, відмінну від температури повітря, чим можуть вплинути на показання приладу. Вологість визначають за допомогою психрометричних таблиць та графіків (Додатки А і В), методика визначення наведена у лабораторній роботі 1.

Волосяний гігрометр також призначений для виміру відносної вологості повітря. Дія приладу заснована на властивості знежиреного людського волосу змінювати свою довжину при зміні відносної вологості навколишнього повітря. Основне призначення волосяного гігрометра – вимірювати вологість в морозний час, коли по психрометру вологість не визначається.



Рис. 1.5. Волосяний гігрометр [2]

Але оскільки відліки по гігрометру вимагають поправок, що отримують через порівняння з психрометром, то спостереження по гігрометру ведуть упродовж усього року. Якщо при відліку опиниться, що кінець стрілки вийшов за соте ділення, то треба приблизно оцінити, на якій поділці виявилася б стрілка, якби шкала була продовжена на 110 і записати «екстрапольований» відлік. Температура повітря відлічується по сухому термометру психрометра.

1.5. Прибори та методи виміру швидкості повітря

Швидкість руху повітряного потоку в робочих приміщеннях має суттєвий вплив на тепловий стан організму людини та умови теплообміну з навколишнім середовищем. Вимірюють швидкість руху повітря за допомогою анемометрів, електричних анемометрів та кататермометрів.

Анемометр складається з крильчатого або чашкового колеса, насадженого на вісь лічильника (рис. 1.6). При проході повітря колесо обертається, а лічильник відлічує швидкість за частотою обертання осі. Існують анемометри з годинниковими механізмами, які дозволяють автоматично реєструвати швидкість повітря. Межа виміру чашкових анемометрів від 1 до 35 м/с, крильчатих – від 0,5 до 10 м/с.

Електричний анемометр при роботі використовує залежність температури дроту, нагрітого постійним струмом, від швидкості повітря, в якому даний дріт знаходиться. Температуру нагрітої нитки сприймає «гарячий» спай терморезистора, «холодний» спай має температуру навколишнього повітря. За величиною термо-ЕРС, що виникає в ланцюзі та реєструється мілівольтметром, визначається швидкість руху повітря.

Кататермометр – спиртовий термометр з циліндричною посудиною для спирту, який застосовується при вимірі незначних швидкостей повітря (до 0,5 м/с) при його слабкій природній циркуляції в приміщенні. Робота з приладом полягає у визначенні охолоджуючого ефекту від повітря. Спочатку кататермометр нагрівають до 60°C (при цьому спирт заповнює верхню розширенню капіляру приблизно наполовину), після чого витирають насухо і вивішують горизонтально. Після цього вимірюють час t , за який температура спаде від 38 до 35°C і визначають величину охолодження

$$H = \frac{F}{t}, \quad (1.8)$$

де F – константа приладу, визначена при його повірці.

Швидкість руху повітря визначають по формулі

$$\frac{H}{Q} = 0,29 + \frac{Bv}{1 + kv}, \quad (1.9)$$

де Q – різниця середньої температури кататермометра (36,5°C) і температури повітря в місці виміру; $B = 0,903$ і $k = 1,994$ при $v \leq 1$ м/с; $B = 0,366$ і $k = 0,174$ при $v \geq 1$ м/с.

Також швидкість можна визначити по спеціальній таблиці (Додаток Д).



Рис. 1.6. Анемометр [2]

Практичне заняття № 1
РОЗРАХУНОК ОПАЛЕННЯ ТА ТЕПЛОВОЇ ЗАВИСИ
ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

Мета заняття: засвоїти алгоритм розрахунків механічної вентиляції, теплових завіс та опалення робочих приміщень.

Задача 1. Виконати розрахунок опалення дільниці фарбування автомобілів, яка має наступні розміри: довжина $a = 20$ м, ширина $b = 18$ м, висота $h = 4$ м. Прийняти середню температуру зовнішнього повітря в період опалювального сезону $t_{зов} = -5^{\circ}\text{C}$.

Розв'язання

Метою даного розрахунку є визначення сумарної площі нагрівальних приладів. Санітарні норми температури для окремих типів приміщень у холодний період року наведені в *Додатку Ж*, згідно якого знаходимо середню допустиму температуру всередині дільниці фарбування

$$t_{сер} = \frac{t_{\min} + t_{\max}}{2} = \frac{16 + 20}{2} = 18 (^{\circ}\text{C}).$$

Визначаємо геометричні характеристики об'єкта розрахунку. Так площа дільниці фарбування

$$F = ab = 20 \cdot 18 = 360 (\text{м}^2).$$

Об'єм повітря дільниці фарбування визначаємо по формулі

$$V = F \cdot h = 360 \cdot 4 = 1440 (\text{м}^3),$$

Кількість теплоти, необхідної для опалення даного приміщення знаходимо по формулі

$$Q_o = q_o \cdot (t_{сер} - t_{зов}) \cdot V = 2,08 \cdot (18 - (-5)) \cdot 1440 = 68890 (\text{кДж/год}),$$

де $q_o = 2,08$ кДж/год – витрати теплоти для опалення 1 м^3 приміщення.

Кількість теплоти, яку необхідно витратити на вентиляцію

$$Q_e = q_e \cdot (t_{сер} - t_{зов}) \cdot V = 1,5 \cdot (18 - (-5)) \cdot 1440 = 49680 (\text{кДж/год}),$$

де $q_e = 1,5$ кДж/год – витрати теплоти на вентиляцію 1 м^3 будівлі.

Сумарні витрати на опалення і вентиляцію приміщення

$$Q = Q_o + Q_e = 68890 + 49680 = 118570 (\text{кДж/год}).$$

Сумарна площа нагрівальних приладів на дільниці

$$F_{II} = \frac{Q}{K_{II} \cdot (t_T - t_B)} = \frac{118570}{40 \cdot (100 - 18)} = 36,15 (\text{м}^2),$$

де $K_{II} = 40$ кДж/($\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^{\circ}\text{C}$) – коефіцієнт для нагрівальних приладів із сталевих труб; $t_T = 100^{\circ}\text{C}$ – середня розрахункова температура теплоносія у випадку пари низького тиску.

Задача 2. Виконати розрахунок теплової завіси на ділянці технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів, якщо ворота ділянки мають наступні розміри: ширина $x = 3$ м; висота $y = 2,3$ м; товщина щілини повітропроводу $\delta = 10$ см. Температура зовнішнього повітря $t_{зов} = -17$ °С, середня швидкість зовнішнього повітря $v = 2$ м/с.

Розв'язання

Ефективною мірою захисту виробничих приміщень від потрапляння холодного зовнішнього повітря при відкриванні воріт є організація повітряних завіс. Вони мають бути передбачені при температурі зовнішнього повітря нижче (-15 °С) в приміщеннях зони ТО і ПР при кількості заїздів і виїздів понад 20 протягом години.

Конструкція повітряних завіс передбачає наявність нагнітального повітропроводу з довгою і вузькою щілиною товщини δ , через яку випускається повітряний струмінь під кутом від 10 до 45° по відношенню до горизонталі. Даний струмінь перешкоджає потраплянню в приміщення холодного повітря.

По-перше визначимо об'єм зовнішнього повітря, яке потрапляє в приміщення за відсутності теплової завіси

$$Q = 3600vxy = 3600 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2,3 = 49680 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Використавши рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона), визначимо густину зовнішнього повітря за даної температури

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow P = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{\mu} = \frac{\rho RT}{\mu}.$$

$$\rho = \frac{\mu P}{RT} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5}{8,31 \cdot 256} = 1,36 \text{ (кг/м}^3\text{)},$$

де $\mu = 29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль – молярна маса повітря; $R = 8,31$ Дж/(моль·К) – універсальна газова стала; T – температура зовнішнього повітря, переведена в систему СІ по формулі

$$T = 273 + t_{зов} = 273 + (-17) = 256 \text{ (К)}.$$

Маса зовнішнього повітря, яке потрапляє в приміщення за відсутності теплової завіси

$$G = Q\rho = 49680 \cdot 1,36 = 67565 \text{ (кг/год)}.$$

Для визначення параметрів завіси знайдемо допоміжний коефіцієнт R

$$R = \varphi \sqrt{\frac{y}{\delta}} + 1 = 3,16;$$

де $\varphi = 0,45$ – коефіцієнт, що враховує нахил струменю та ступінь його турбулентності.

Кількість рециркуляційного повітря, необхідного для роботи завіси

$$G_p = \frac{\eta G}{R} = \frac{0,6 \cdot 67565}{3,16} = 12829 \text{ (кг/год)},$$

де $\eta = 0,6$ – ККД повітряної завіси.

Рекомендована середня температура в дільниці технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів визначається згідно Додатку Ж

$$t_{\text{сер}} = \frac{t_{\text{min}} + t_{\text{max}}}{2} = \frac{15 + 17}{2} = 16^\circ\text{C} = 289 \text{ К.}$$

Густина повітря, що виходить з щілини нагнітального повітропроводу

$$\rho(289) = \frac{\mu P}{RT} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5}{8,31 \cdot 289} = 1,20 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Тоді швидкість виходу повітря з щілини за даної температури

$$v_{\text{нов}} = \frac{G_p}{3600 \delta \gamma \rho} = \frac{12829}{3600 \cdot 0,1 \cdot 2,3 \cdot 1,20} = 12,9 \text{ (м/с)}.$$

Маса зовнішнього повітря, яке потрапить у приміщення за наявності теплової завіси

$$G_{\text{зов}} = (1 - \eta)G = (1 - 0,6) \cdot 67565 = (1 - 0,6) \cdot 67565 = 27026 \text{ (кг/год)}.$$

Далі визначаємо температуру суміші із зовнішнього повітря і повітря, що подається на завісу

$$t_{\text{сум}} = \frac{G_{\text{зов}} t_{\text{зов}} + G_p t_{\text{сер}}}{G_{\text{зов}} + G_p} = \frac{27026 \cdot (-17) + 12829 \cdot 16}{27026 + 12829} = -6,4 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Необхідна витрата повітря на завісу задля дотримання необхідної температури суміші становить

$$G_{\text{необ}} = \frac{G}{R + \frac{t_{\text{сер}} - t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} - t_{\text{зов}}}} = \frac{67565}{3,16 + \frac{16 - (-6,4)}{-6,4 - (-17)}} = 12813 \text{ (кг/год)}.$$

Задачу розв'язано.

Завдання до самостійної роботи № 1

Виконати розрахунок опалення дільниці технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів, яке має довжину a , ширину b і висоту h , прийнявши середню температуру зовнішнього повітря в період опалювального сезону $t_{\text{зов}} = -18^\circ\text{C}$. Для даного

приміщення також виконати розрахунок теплової завіси, прийнявши розміри воріт відповідно x і y , а товщина щілини повітропроводу δ . Середню швидкість зовнішнього повітря прийняти рівною $v = 4$ м/с, необхідні дані до розрахунку взяти з табл. 1.1.

Таблиця 1.1

№	a , м	b , м	h , м	x , м	y , м	δ , см
1	13	10	3,2	3,0	2,2	8
2	30	22	3,5	3,0	2,2	10
3	14	12	3,0	3,0	2,2	12
4	10	6	4,5	3,0	2,2	15
5	18	8	4	3,0	2,2	18
6	60	30	6	3,0	2,2	20
7	20	16	4	3,0	2,2	15
8	20	12	3	3,5	2,2	10
9	19	15	4	3,5	2,2	13
10	13	13	3	3,5	2,2	12
11	10	8,5	4,5	3,5	2,5	15
12	20	14	4	3,5	2,5	14
13	18	17	3,3	3,5	2,5	15
14	20	15	4	3,5	2,5	18
15	10	6,5	3	4,0	2,5	20
16	20	18	4	4,0	2,5	15
17	18	17	3,5	4,0	2,5	10
18	40	20	4	4,0	2,5	13
19	15	15	4	4,0	2,5	12
20	16	14	3,5	4,0	2,5	10
21	18	15	4,5	4,0	2,5	15
22	40	15	3,5	3,0	2,0	20
23	14	12	3,8	3,0	2,0	22
24	70	35	5	3,0	2,0	24
25	20	10	4	3,0	2,0	10
26	10	8	3,5	3,0	2,0	13
27	13	8	3	3,0	2,0	12
28	50	40	7	3,0	2,0	10
29	18	14	4	3,0	2,0	15
30	16	9	4,5	3,0	2,0	20

Лабораторна робота № 1
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ
РОБОЧОЇ ЗОНИ

Мета роботи: визначення методів та засобів дослідження мікроклімату на робочих місцях, відпрацювання практичних навичок виміру метеорологічних характеристик робочої зони.

Прибори та інструменти: рідинно-скляні термометри, барометр-анероїд, психрометр, гігрометр волосяний, анемометр.

Теоретична частина

Для реалізації здорових та безпечних умов праці на будь-якому підприємстві слід враховувати мікроклімат на робочих місцях – температуру, вологість, тиск та швидкість руху повітря. Певна комбінація даних факторів може забезпечити почуття комфорту або послужити причиною швидкої стомлюваності та виникнення професійних захворювань.

Метеорологічні параметри робочої зони є оптимальними, якщо вони забезпечують добре самопочуття працівника та оптимальні умови максимальної продуктивності праці. Некомфортні умови призводять до передчасного стомлення, зниження уваги, послаблення реакції, вони можуть бути причиною браку, виробничих травм та професійних захворювань.

Одним з методів визначення та якісного врахування теплових умов у виробничих приміщеннях є *метод ефективних температур*.

Еквівалентно-ефективна температура – температура насиченого нерухомого повітря, що має таку ж здатність до охолодження, що і досліджуване повітря. Для будь-якої експериментально визначеної комбінації температури, вологості та швидкості руху можна знайти температуру нерухомого насиченого повітря, який має ту ж саму здатність до охолодження. Визначення даної температури виконується за допомогою номограми.

Порядок виконання роботи

1. Детально ознайомитись з теоретичним матеріалом розділу 1.
2. За допомогою 5 термометрів виміряти температуру на висоті 1,3 – 1,5 м від підлоги в центрі приміщення та по його кутах не ближче 1 м від стін та джерел теплового випромінювання.
3. Визначити середню температуру повітря по формулі

$$t = \frac{\sum_{i=1}^5 t_i}{5} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}. \quad (1.10)$$

4. За допомогою барометра-анероїда визначити атмосферний тиск в аудиторії.

5. По психрометру визначити температуру сухого t_c та вологого t_g термометрів, після чого знайти їх різницю

$$\Delta t = t_c - t_g, \quad (1.11)$$

після чого по даним t_c і Δt за додатком Б визначити відносну вологість.

6. Для перевірки визначити відносну вологість за допомогою психрометричного графіка (Додаток Г). Для цього по вертикальній прямій відкласти показання сухого термометра t_c , а по похилій – вологого t_g . Точку перетину спроектувати на вертикальну лінію вологості аби отримати шукану величину.

7. Створити вентилятором рух повітря в аудиторії, на відстані вимірювання, заданій викладачем, встановити анемометр. Визначити швидкість руху повітря в аудиторії через 15 с після увімкнення вентилятора, коли швидкість обертання крильчатки устанавиться.

8. Повторити дослід 3 рази та визначити середнє значення швидкості.

9. За допомогою номограми (Додаток Є) визначити еквівалентно-ефективну температуру повітря робочої зони.

10. Зробити висновки відносно параметрів мікроклімату аудиторії.

Питання для самоконтролю

1. Які фактори визначають мікроклімат у робочих приміщеннях?
2. Опишіть принцип дії рідинно-скляних термометрів.
3. Чим вимірюють температуру у приміщеннях з високим рівнем теплового випромінювання?
4. Опишіть конструкцію і принцип дії психрометра.
5. Яким чином визначається відносна вологість повітря за допомогою психрометричних діаграм?
6. Коли використовується волосяний гігрометр, яка його конструкція і принцип дії?
7. Що називають атмосферним тиском і чим його вимірюють?
8. Для чого необхідно знати швидкість руху повітря у робочому приміщенні?
9. Опишіть принцип дії крильчатого анемометра.
10. Для чого використовується кататермометр, яким чином він працює?
11. Що називається еквівалентно-ефективною температурою?

РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ

2.1. Загальні визначення

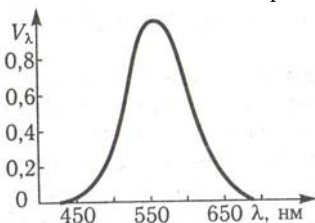
Людина отримує понад 80% інформації завдяки зору, якість якої залежить саме від освітлення, що може бути природним, штучним або сумісним. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

Світло – вид матерії, який одночасно має як корпускулярні, так і хвильові властивості. З одного боку це потік фотонів – елементарних частинок, що переміщуються у вакуумі зі швидкістю 300 000 км/с (в інших середовищах з меншою швидкістю) і мають при цьому скінчену масу, а в стані спокою не існують. З іншого боку світло – це електромагнітна хвиля видимого діапазону з довжиною від 380 нм (фіолетове) до 770 нм (червоне). Спектр електромагнітного випромінювання Сонця складається з наступних діапазонів хвиль:

1. Радіохвилі – довжина 100 км – 0,1 мм;
2. Інфракчервоне випромінювання – довжина 0,1 мм – 770 нм;
3. Видиме світло – довжина 770 нм – 380 нм;
4. Ультрафіолетове випромінювання – довжина 380 нм – 1 нм;
5. Рентгенівське випромінювання – довжина 1 нм – 0,001 нм;
6. Гамма-випромінювання – довжина менше 0,001 нм.

Людське око здатне реагувати лише на видиме світло, енергія електромагнітної хвилі якого трансформується у нервові імпульси, що передаються зоровим нервом до зорової зони великих півкуль мозку. Спектральний склад сонячного випромінювання є найбільш сприятливим для людського ока, тому при розробці джерел штучного освітлення їх спектральний склад випромінювання намагаються максимально наблизити до сонячного.

Око людини сприймає безліч кольорових відтінків, причому колір є відображенням у відчуттях спектрального складу світла, а дія світла на око характеризується функцією видимості. Найбільша чутливість ока до зеленого світла з довжиною хвилі $\lambda = 555$ нм ($v_\lambda = 1$), а найменша на границях видимого світла (рис. 2.1). Тому аби забезпечити однакове зорове відчуття, потік світла з довжиною 500 нм ($v_\lambda = 0,5$) повинен мати удвічі більшу потужність, ніж з довжиною 555 нм.



Природне освітлення має здатність знезаражувати повітря, питну воду та продукти харчування. Найбільшу бактерицидну здатність мають ультрафіолетові хвилі з довжиною 254...257 нм.

Рис. 2.1. Графік функції видимості [3]

2.2. Фізичні характеристики світла

Розділ фізики, який займається вивченням методики та техніки вимірювання параметрів джерел світла, потоків світлової енергії та їхніх проявів, називається фотометрією. Нижче наведені основні фотометричні величини.

Променистий потік – кількість енергії, що переноситься випромінюванням крізь будь-яку поверхню за одиницю часу

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}. \quad (2.1)$$

Одиниця виміру – *ват* (Вт). Виміряти його можна за часом і кількістю теплоти, яку отримає тіло при повному поглинанні випромінювання.

Сила світла – відношення світлового потоку F , що виходить із джерела всередині тілесного кута Ω , до величини цього кута

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}. \quad (2.2)$$

Одиниця виміру – *кандела* (кд), основна величина системи СІ.

Світловий потік – частина променистого потоку, яка викликає зорові відчуття і характеризує потужність видимої частини спектру випромінювання. Одиниця виміру – *люмен* (лм), похідна величина системи СІ – світловий потік, який випромінюється точковим джерелом світла силою 1 кд в тілесний кут, що дорівнює 1 стерадіану

$$1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \cdot 1 \text{ ср},$$

де *стерадіан* – центральний тілесний кут, що спирається на частину сферичної поверхні, площа якої дорівнює квадрату радіуса сфери. Тоді повний світловий потік точкового джерела

$$\Phi = 4\pi I.$$

Освітленість – відношення світлового потоку, який падає на елемент площі, до величини цієї площі

$$E = \frac{d\Phi}{dS}. \quad (2.3)$$

Є характеристикою не джерела світла, а тієї поверхні, на яку воно падає. Одиниця виміру – *люкс* (лк), причому

$$1 \text{ лк} = 1 \text{ лм}/1 \text{ м}^2.$$

Освітленість поверхні, створювана точковим джерелом світла, прямо пропорційна косинусу кута його падіння і обернено пропорційна квадрату відстані від джерела (закон Ламберта)

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}. \quad (2.4)$$

Залежністю освітленості від кута падіння пояснюється зміна пори року на Землі. Освітленість предметів має велике значення у виробничій

діяльності. Точні роботи потребують освітленості 100 лк, читання – 30...50 лк. Освітленість під прямим промінням Сонця досягає 100 000 лк, від повного Місяця – 0,2 лк.

Яскравість – відношення сили світла елемента поверхні в заданому напрямі до проекції площі на даний напрям

$$B = \frac{dI_{\varphi}}{S \cos \varphi}. \quad (2.5)$$

Одиниця виміру – ніт (нт), який еквівалентний канделі на квадратний метр (кд/м²)

$$1 \text{ нт} = 1 \text{ кд/1 м}^2.$$

Саме яскравість є гігієнічною нормою освітленості виробничих приміщень.

2.3. Типи природного освітлення приміщень

Природне – освітлення приміщень прямим або відбитим світлом неба, яке проникає через прорізи в конструкціях.

Природне освітлення характеризується високою дифузністю (розсіяністю), яка позитивно впливає на органи зору людини. Таке освітлення не є сталим, його інтенсивність змінюється залежно від широти місцевості, пори року і часу дня. Саме непостійність у часі природного освітлення зумовила введення коефіцієнта природної освітленості, визначення якого буде дано у пункті 2.4.

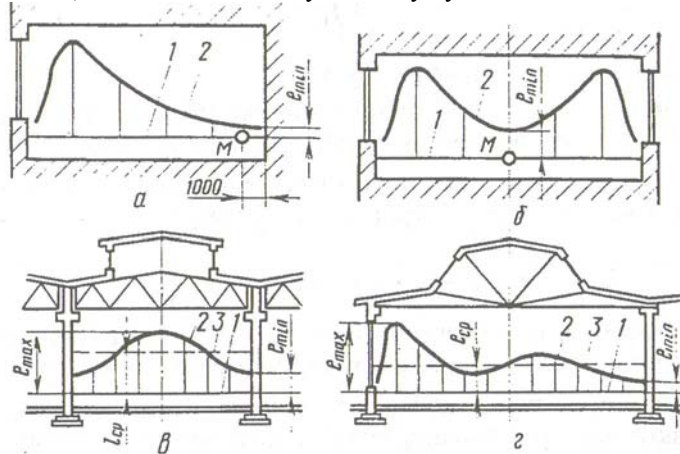


Рис. 2.2. Розподіл природного освітлення: 1 – рівень умовної робочої поверхні, 2 – просторовий розподіл інтенсивності освітлення, 3 – середній рівень освітленості, М – точка мінімальної освітленості [5]

Існує три типи природного освітлення:

1. *Бічне* – здійснюється через світлові отвори у зовнішніх стінах. В свою чергу поділяється на одностороннє (рис. 2.2, а) та двостороннє (рис. 2.2, б).
2. *Верхнє* – здійснюється через отвори в дахах, аераційні та захисні ліхтарі (рис. 2.2, в).
3. *Комбіноване* – поєднання верхнього та бічного типів освітлення (рис. 2.2, г).

2.4. Гігієнічні норми освітленості робочих місць

Однією з головних величин, що характеризує якість природного освітлення, є коефіцієнт природного освітлення, який визначається по формулі

$$e = \frac{E_{вс}}{E_{зов}} \cdot 100\%, \quad (2.6)$$

де $E_{вс}$ – освітленість всередині приміщення, лк; $E_{зов}$ – освітленість під відкритим небом, лк. Даний коефіцієнт нормується для виробничих приміщень в залежності від категорії зорових робіт. Так, для учбових класів, майстерень і лабораторій він повинен складати:

1,5...2% – за умов бічного освітлення;

2...4% – при верхньому або комбінованому освітленні.

Коефіцієнт природної освітленості визначається експериментально методом люксметра.

Світловий коефіцієнт також є характеристикою ефективності природного освітлення, він визначається по формулі

$$K_c = \frac{S_e}{S_n}, \quad (2.7)$$

де S_e – сумарна площа вікон, м²; S_n – площа підлоги, м². Для учбових приміщень значення світлового коефіцієнта має знаходитись в межах 0,20...0,25.

Розподіл світлового потоку по робочому місцю характеризує кут освітленості, який визначається по формулі

$$\alpha = \arctg \frac{H}{B}, \quad (2.8)$$

де H – відстань від верхнього краю до площини робочої поверхні, м; B – відстань від робочого місця до кінця робочої поверхні, м. На робочих місцях кут освітленості має бути не менше 27°.

Норми природного освітлення приміщень встановлюють з урахуванням обов'язкового очищення шибок – не менше чотирьох разів на рік для приміщень з незначним виділенням пилу.

2.5. Види розрахунків природного освітлення

Існує два види розрахунку природного освітлення:

1. **Проектний розрахунок** – використовується для визначення кількості світлових отворів (вікон і ліхтарів) та їх площі на стадії проектування виробничих приміщень.

В залежності від розмірів приміщення в першу чергу при проектному розрахунку визначається тип освітлення згідно рекомендацій, наведених у пункті 2.3. Якщо освітлення бічне, то визначається сумарна площа вікон за формулою

$$\Sigma S_g = \frac{e_{\min} \eta_g S_n k}{100 \tau_g r_1}, \quad (2.9)$$

де e_{\min} – мінімальне значення коефіцієнта природної освітленості (КПО), що допускається для даного розряду зорових робіт, %; S_n – сумарна площа підлоги, м²; $\tau_g = 0,3 \dots 0,5$ – загальний коефіцієнт світлопропускання вікна; k – коефіцієнт, r_1 – коефіцієнт, що враховує відбиття світла від конструктивних елементів при бічному освітленні; η_g – світлова характеристика вікон.

При верхньому освітленні визначається сумарна площа ліхтарів. Для цього спочатку знаходять середнє значення КПО

$$e_{\text{сеп}} = \frac{1}{n-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 \dots + \frac{e_n}{2} \right), \quad (2.10)$$

де n – кількість місць визначення коефіцієнта природної освітленості, причому перше і останнє місця мають бути на відстані 1 м від зовнішніх стін; e_n – значення коефіцієнта природної у відповідному місці виміру, %. Сумарна площа ліхтарів визначається за формулою

$$\Sigma S_l = \frac{e_{\text{сеп}} \eta_l S_n k}{100 \tau_g r_2}, \quad (2.11)$$

де r_2 – коефіцієнт, що враховує відбиття світла від конструктивних елементів при верхньому освітленні; η_l – світлотехнічна характеристика ліхтарів.

2. **Перевірочний розрахунок** – полягає у визначенні фактичного коефіцієнта природної освітленості під час виконання реконструкції виробничих приміщень.

При перевірочному розрахунку експериментальним шляхом визначається фактичне значення коефіцієнта природної освітленості e_f та порівнюється з нормативним значенням e_n . Освітлення вважається задовільним, якщо виконується умова

$$e_f \geq e_n. \quad (2.12)$$

В іншому випадку необхідно збільшити площу вікон або ліхтарів у приміщенні, що реконструюється.

Практичне заняття № 2
ПЕРЕВІРОЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ
ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

Мета заняття: вивчити методики розрахунку природного освітлення виробничих приміщень на прикладах розв'язання практичних задач.

Задача 1. Розрахувати за *світловим коефіцієнтом* природне освітлення для механічного цеху довжини $l = 36$ м, ширини $b = 24$ м і висоти $h = 8$ м.

Розв'язання

Визначаємо площу підлоги у приміщенні механічного цеху

$$S_n = lb = 36 \cdot 24 = 864 \text{ (м}^2\text{)}.$$

За *Додатком Н* визначаємо середнє значення світлового коефіцієнта для механічного цеху. Роботи в даному приміщенні відносяться до категорії точних, тому

$$\alpha = \frac{\alpha_{\max} + \alpha_{\min}}{2} = \frac{0,16 + 0,14}{2} = 0,15.$$

Із визначення світлового коефіцієнту знаходимо сумарну площу вікон у приміщенні механічного цеху

$$\alpha = \frac{\sum S_e}{S_n} \Rightarrow \sum S_e = \alpha S_n = 0,15 \cdot 864 = 129,6 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Тепер згідно ДСТУ по *Додатку П* обираємо розміри вікон. Оскільки при розрахунку ми отримали досить велику сумарну площу вікон, обираємо найбільший з можливих розмірів вікна 2100×1555 (мм). Площа одного вікна

$$S_e = 2,1 \cdot 1,555 = 3,255 \text{ (м}^2\text{)}.$$

За отриманим значенням площі одного вікна визначимо необхідну кількість вікон у даному приміщенні

$$n = \frac{\sum S_e}{S_e} = \frac{129,6}{3,255} = 39,8.$$

Остаточнo приймаємо $n = 40$ вікон.

Задача 2. Розрахувати за *коефіцієнтом природної освітленості* природне освітлення механічного цеху довжини $l = 36$ м, ширини $b = 24$ м і висоти $h = 8$ м. Коефіцієнт відбиття світла від стін $r_{\text{стін}} = 0,40$, від стелі $r_{\text{стелі}} = 0,70$, від підлоги $r_{\text{під}} = 0,25$. Відстань до будівлі напроти $L = 10$ м, висота даної будівлі $H = 8$ м.

Розв'язання

Сумарну необхідну площу вікон будемо визначати по формулі (2.9). Для цього спочатку визначаємо відношення приміщення до його глибини

$$\frac{l}{b} = \frac{36}{24} = 1,5.$$

Далі знаходимо приблизну висоту верхнього краю вікон над рівнем робочої площини

$$n_1 = 0,9h - 0,8 = 0,9 \cdot 8 - 0,8 = 6,4 \text{ (м)},$$

тоді відношення глибини приміщення до висоти верхнього краю вікон над рівнем робочої площини

$$\frac{b}{n_1} = \frac{24}{6,4} = 3,75.$$

По Додатку Р за відношеннями l/b і h/n_1 визначаємо коефіцієнт світлової характеристики вікон

$$\eta_e = 17,0.$$

Знаходимо площі конструктивних елементів – стін, стелі та підлоги відповідно

$$S_{стін} = 36 \cdot 8 + 2 \cdot 24 \cdot 8 = 672 \text{ (м}^2\text{)}; \quad S_{стелі} = S_{під} = 36 \cdot 24 = 864 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Середньозважений коефіцієнт $\rho_{сер}$ відбиття стелі, підлоги і стін приміщення визначається по формулі

$$\rho_{сер} = \frac{r_{стін}S_{стін} + r_{стелі}S_{стелі} + r_{під}S_{під}}{S_{стін} + S_{стелі} + S_{під}} = \frac{0,4 \cdot 672 + (0,7 + 0,25) \cdot 864}{672 + 2 \cdot 864} = 0,454.$$

Коефіцієнт r_1 , що враховує відбиття світла від конструктивних елементів приміщення знаходять по табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Значення коефіцієнта r_1 при бічному освітленні

Коефіцієнт відбиття $\rho_{сер}$	Значення r_1 при освітленні	
	односторонньому	двосторонньому
0,5	4	2,2
0,4	3	1,7
0,3	2	1,2

Точне значення коефіцієнта r_1 визначимо за допомогою лінійної інтерполяції

$$r_1 = r(0,4) + \frac{r(0,5) - r(0,4)}{0,5 - 0,4} \cdot 0,054 = 3 + \frac{4 - 3}{0,1} \cdot 0,054 = 3,54.$$

По Додатку З визначаємо мінімальне значення коефіцієнта природної освітленості (КПО), що допускається для даного розряду зорових робіт

$$e_{min} = 1,2 \%$$

Вікна у приміщенні виконуємо подвійними в алюмінієвих рамах, для такого випадку згідно *Додатку О* знаходимо коефіцієнт світлопропускання

$$\tau_e = 0,4$$

як для приміщення з незначним виділенням пилу.

Визначимо ступінь затемнення даного приміщення будівлею, що знаходиться навпроти. Для цього визначимо орієнтовну висоту розміщення карниза будівлі, що стоїть навпроти, над підвіконнями механічного цеху, враховуючи що для природного освітлення будуть використані вікна розміром 2100×1555 мм (згідно *Додатку П*)

$$H_1 = 0,9h - 1,555 = 0,9 \cdot 8 - 1,555 = 5,645 \text{ (м)}$$

Тоді відношення відстані між будівлями до висоти розміщення карниза будівлі, що стоїть навпроти, над підвіконнями механічного цеху

$$\frac{L}{H_1} = \frac{10}{5,645} = 1,77.$$

Визначення коефіцієнта k , що враховує ступінь затемнення вікон будівлями, що стоять навпроти, виконується згідно табл. 2.2.

Таблиця 2.2. До визначення коефіцієнта k

Значення L/H_1	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Коефіцієнт k	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0

Оскільки при розрахунку відношення L/H_1 ми отримали проміжне значення, то величину коефіцієнта k ми будемо знаходити за допомогою лінійної інтерполяції

$$k(1,77) = k(1,5) + \frac{k(2) - k(1,5)}{2 - 1,5} \cdot 0,27 = 1,2 + \frac{1,1 - 1,2}{2 - 1,5} \cdot 0,27 = 1,146.$$

Визначаємо сумарну площу вікон при боковому освітленні по формулі (2.9)

$$\Sigma S_g = \frac{e_{min} \eta_e S_n k}{100 \tau_e r_1} = \frac{1,2 \cdot 17 \cdot 864 \cdot 1,146}{100 \cdot 0,4 \cdot 3,54} = 142,6 \text{ (м}^2\text{)}$$

Площа одного вікна

$$S_g = 2,1 \cdot 1,555 = 3,255 \text{ (м}^2\text{)}.$$

За отриманим значенням площі одного вікна визначимо необхідну кількість вікон у даному приміщенні

$$n = \frac{\Sigma S_g}{S_g} = \frac{142,6}{3,255} = 43,8.$$

Остаточо приймаємо $n = 44$ вікна.

Завдання до самостійної роботи № 2

Розрахувати за світловим коефіцієнтом і коефіцієнтом природної освітленості природне освітлення дільниці технічного обслуговування автомобілів з розмірами l , b і $h = 8$ м, якщо коефіцієнт відбиття світла від стін $r_{\text{стін}}$, від стелі $r_{\text{стелі}}$, від підлоги $r_{\text{під}}$, а відстань до будівлі напроти L , висота даної будівлі H . Порівняти отримані результати, визначивши відсоток розбіжності. Дані до розрахунку взяті з табл. 2.3.

Таблиця 2.3.

№	l , м	b , м	h , м	L , м	H , м	$r_{\text{стін}}$	$r_{\text{стелі}}$	$r_{\text{під}}$
1	13	10	5	10,0	5	0,4	0,7	0,3
2	30	22	5	11,0	2,2	0,5	0,6	0,3
3	14	12	4	12,0	2,2	0,4	0,5	0,3
4	10	6	4	8,0	2,2	0,5	0,7	0,3
5	18	8	4	9,0	2,2	0,4	0,5	0,3
6	60	30	6	10,0	2,2	0,5	0,6	0,3
7	20	16	4	13,0	2,2	0,4	0,6	0,3
8	20	12	7	9,5	2,2	0,5	0,5	0,3
9	19	15	4	8,5	2,2	0,4	0,7	0,25
10	13	13	5	15	2,2	0,5	0,6	0,25
11	10	8,5	5	10,5	2,5	0,4	0,5	0,25
12	20	14	4	3,5	2,5	0,5	0,7	0,25
13	18	17	6	10,5	2,5	0,4	0,5	0,25
14	20	15	4	8,5	2,5	0,5	0,6	0,25
15	10	6,5	4	14	2,5	0,4	0,5	0,25
16	20	18	4	13	2,5	0,5	0,7	0,25
17	18	17	6	12	2,5	0,5	0,6	0,3
18	40	20	4	11	2,5	0,4	0,7	0,3
19	15	15	4	10	2,5	0,5	0,5	0,3
20	16	14	6	9	2,5	0,4	0,6	0,3
21	18	15	5	9	2,5	0,5	0,6	0,3
22	40	15	5	10	2,0	0,4	0,5	0,3
23	14	12	5	11	2,0	0,5	0,7	0,3
24	70	35	5	12	2,0	0,4	0,5	0,25
25	20	10	4	13	2,0	0,5	0,7	0,25
26	10	8	4	7	2,0	0,4	0,5	0,25
27	13	8	5	10	2,0	0,5	0,6	0,25
28	50	40	7	14	2,0	0,4	0,5	0,25
29	18	14	4	12	2,0	0,5	0,7	0,25
30	16	9	5	11	2,0	0,4	0,5	0,25

Лабораторна робота № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Мета роботи: засвоїти методику виміру освітленості робочих місць природним світлом, ознайомитись з принципами розрахунку основних характеристик природного освітлення.

Прибори та інструменти: люксметр Ю 116 з насадками типів К, М, П і Т, рулетка.

Теоретична частина

Освітлення – отримання, розподіл та використання світлової енергії для забезпечення нормальних умов праці. Освітлення робочих приміщень має відповідати вимогам санітарних норм, бути рівномірним та не викликати засліплення працівників. Оптимальним є таке освітлення, при якому втома зору найменша.

Якісне освітлення робочих місць забезпечує високу продуктивність праці, створює гарний психологічний тонус, добре самопочуття і позитивний настрій, запобігає загальній втомі організму, добре впливає на обмін речовин і серцево-судинну систему, зменшує ймовірність отримання виробничої травми.

В даній лабораторній роботі природна освітленість вимірюється люксметром Ю 116, який складається з селенового фотоелемента 1 з насадками 2 і електричного вимірювального приладу 3 (рис. 2.3)

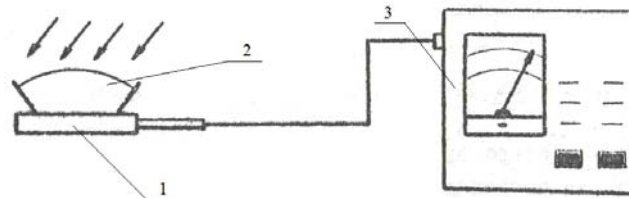


Рис. 2.3. Конструкція люксметра Ю 116 [4]

Принцип дії люксметра заснований на перетворенні світлового потоку в електричний струм. При падінні світлового потоку на селеновий фотоелемент в ньому відбувається перетворення світлової енергії в електричну. Струм, що утворився, реєструється гальванометром 3, проградуєваним в одиницях освітленості. Даний прилад має коректор для встановлення стрілки на нульову позначку перед початком вимірювання.

Фотоелемент – прилад, в якому електрорушійна сила (ЕРС) виникає під дією світла. При освітленні напівпровідника (якщо енергія фотонів більша від ширини забороненої зони) в ньому утворюються

пари електрон-дірка, які під дією електричного поля p - n переходу розділяються, створюючи при цьому струм у колі фотоелемента.

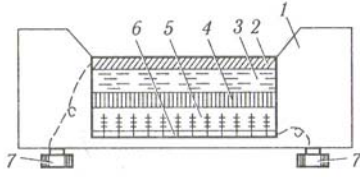


Рис. 2.4. Структура фотоелемента [4]

При виготовленні фотоелемента спочатку з металеві пластини товщини 1...2 мм штамнують круглу підкладку 6 (рис. 2.4). На неї методами вакуумного напилювання наносять шар напівпровідника 5 товщиною не більше 0,1 мм, після чого його передають термообробці з метою утворення p - n переходу. Верхній металевий електрод 2 роблять напівпрозорим, щоб крізь нього в напівпровідник проходило світло. Між верхнім електродом і шаром напівпровідника утворюється запірний шар 4. Селеновий фотоелемент люксметра Ю 116 змонтовано в пластмасовому корпусі. Для підключення фотоелемента к вимірному приладу використовуються вивідні затискачі 1 і 7.

Для зменшення похибки вимірів освітленості люксметром використовується насадка К на фотоелемент, виконана у вигляді півсфери з білої пластмаси, що розсіює світло. Ця насадка використовується тільки разом з насадками М, П і Т, утворюючи при цьому поглиначі світла із загальним номінальним коефіцієнтом ослаблення 10 (КМ), 100 (КП) або 1000 (КТ). Тим самим на три порядки розширюється діапазон вимірів люксметра.

Фотоелементи є новим перспективним класом електронних напівпровідникових приладів. Окрім селенових достатнє поширення отримали сірчистосрібні, силіційові та германійові фотоелементи. Головною їх перевагою є можливість безпосереднього перетворення світлової енергії на електричну. Такі фотоелементи на даний момент мають ККД в межах 11...15%, за теоретичними розрахунками реальним є його збільшення до 22...25%. Уже зараз батареї з таких фотоелементів використовуються на штучних супутниках і космічних кораблях як джерела живлення, в радіотехніці та радіоелектроніці вони майже повністю витіснили вакуумні лампи.

Порядок виконання роботи

1. Детально ознайомитись з конструкцією та принципом дії люксметра.
2. Встановити на фотоелемент насадки К і Т, після чого визначити природну освітленість під відкритим небом у місці, вказаному викладачем. Оскільки прилад налаштований на світло ламп розжарювання, отримані результати освітленості слід помножити на виправний коефіцієнт $k = 0,8$.

3. Зняти з фотоелемента насадку та виміряти освітленість всередині досліджуваного приміщення безпосередньо у вікна E_1 , через кожен метр від нього до зовнішньої стіни E_i та у найбільш віддаленому місці E_n . У випадку, якщо освітленість приміщення перевищує 100 лк, встановити на фотоелемент насадки К і М.

4. За даними вимірів побудувати графік залежності природної освітленості аудиторії як функцію відстані до вікон

$$E_i = E(x).$$

5. Визначити коефіцієнт природної освітленості (КПО) по формулі (2.6) для кожного з місць вимірювання.

6. За даними розрахунків побудувати графік залежності КПО як функцію відстані до вікон

$$e_i = e(x).$$

7. Визначити середнє значення коефіцієнта природної освітленості в досліджуваному приміщенні по формулі 2.10.

8. Вирахувати значення світлового коефіцієнта по формулі (2.7).

9. За формулою (2.8) визначити кут освітленості.

10. Результати вимірювань і розрахунків заносимо до табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Результати вимірів і розрахунків

$E_{зов},$ лк	$E_1,$ лк	...	$E_n,$ лк	$e_1,$ %	...	$e_n,$ %	$e_{сеп},$ %	K_c	α

11. Зробити висновки щодо відповідності даного приміщення нормам освітленості по значенню КПО, кута освітленості та світлового коефіцієнта.

Питання для самоконтролю

1. Яка величина називається освітленістю?
2. Що є джерелом природного освітлення?
3. Розкрийте фізичну природу світла?
4. Які фізичні характеристики світла існують?
5. В чому полягає фізичний зміст функції видимості?
6. Які існують типи природного освітлення?
7. Які особливості освітлення робочих приміщень природним світлом?
8. Скільки типів розрахунку природного освітлення існує і у чому полягає їх суть?
9. Яка величина є нормативною для освітлення робочих місць?
10. Опишіть конструкцію та принцип дії люксметра.

РОЗДІЛ 3. ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

3.1. Класифікація штучного освітлення

Для створення необхідної освітленості на робочих місцях у темний час доби та у приміщеннях, де не передбачене природне освітлення, або воно недостатнє, реалізується штучне освітлення.

За конструктивним виконанням штучне освітлення поділяється на два типи:

1. *Загальне* – передбачене в приміщеннях, де по всій площі виконуються однотипні роботи. Може бути рівномірним (світловий потік рівномірно розподіляється по всій площі приміщення) та локалізованим (освітлення з урахуванням розташування робочих місць).
2. *Місцеве* – створюється світильниками, які концентрують світловий потік на робочих місцях. Застосування тільки місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму.
3. *Комбіноване* – одночасне загальне і місцеве освітлення робочих місць. Передбачене при виконанні точних зорових робіт (слюсарні, токарні, фрезерні, контрольні), в місцях з вертикальним розташуванням робочих поверхонь або з різкими тінями від обладнання.

За призначенням штучне освітлення буває наступних видів:

1. *Робоче* – є обов'язковим для всіх виробничих приміщень та призначене для забезпечення виробничого процесу, проходу людей, руху транспорту.
2. *Аварійне* – для продовження роботи при раптовому відключенні робочого освітлення, яке може викликати порушення технологічного процесу, вибух, пожежу чи отруєння людей. Мінімальна освітленість має складати 5% від робочого, але не менше 2 лк.
3. *Евакуаційне* – для безпечної евакуації людей з приміщень небезпечними для проходу місцями при аварійному вимкненні робочого освітлення. Освітленість на рівні підлоги має становити не менше 0,5 лк в приміщенні і 0,2 лк – на відкритій території.
4. *Охоронне* – влаштовується вздовж границь території, яке охороняється спеціальним персоналом. Мінімальна освітленість у нічний час має складати 0,5 лк. Різновидом охоронного є сигнальне освітлення, яке застосовується для фіксації границь небезпечних зон, вказує на наявність небезпеки або безпечний шлях евакуації.

У виробничій зоні слід періодично перевіряти рівень освітленості на робочих місцях та загального освітлення, справність аварійного освітлення, чистити та мити світильники, замінювати лампи, що вийшли з ладу.

3.2. Якісні характеристики штучного освітлення

Для якісної оцінки умов зорової праці використовують наступні величини:

Показник засліплення – критерій для оцінки осліплюючої дії світла

$$p_o = 1000 \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right), \quad (3.1)$$

де V_1 і V_2 – видимість того ж самого об'єкту при екрануванні та при наявності у полі зору яскравих джерел світла.

Видимість характеризує здатність ока сприймати об'єкт, вона залежить від освітленості, розмірів об'єкту, його яскравості, контрасту з фоном та тривалості експозиції.

Показник дискомфорту – критерій оцінки нерівномірності розподілу яскравості в полі зору, яка викликає неприємні відчуття

$$M = \frac{B_c}{j_q} \sqrt{\frac{W}{L_{ad}}}, \quad (3.2)$$

де B_c – яскравість відблискового джерела, W – його кутовий розмір, j_q – індекс позиції джерела, L_{ad} – яскравість адаптації.

Коефіцієнт пульсації освітленості – глибина коливань освітленості в результаті змін у часі світлового потоку освітлювальних ламп

$$k_{\text{пуль}} = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{2E_{\text{сеп}}} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

де E_{max} , E_{min} і $E_{\text{сеп}}$ – найбільше, найменше і середнє значення освітленості за період її коливань. Даний коефіцієнт має суттєве значення при організації штучного освітлення і становить для газорозрядних ламп 25...65%, для ламп розжарювання 7%, для галогенних лампи 1%.

Фон – поверхня, на якій відбувається розрізнення об'єкта. Його характеристикою є коефіцієнт відбиття – відношення відбитого від поверхні світлового потоку до повного потоку, що падає на поверхню

$$p = \frac{B_{\text{від}}}{B_{\text{нов}}}. \quad (3.4)$$

При значенні коефіцієнта $p > 0,4$ фон вважається світлим, при $p < 0,2$ – темним, при $p = 0,2 \dots 0,4$ – середнім.

Контраст об'єкта з фоном – характеризує ступінь розрізнення об'єкта та фону і є відношенням яскравості розглядуваного об'єкту до фону

$$k = \frac{B_{\phi} - B_o}{B_{\phi}}. \quad (3.5)$$

При значенні коефіцієнта $k > 0,5$ контраст вважається великим, при $k < 0,2$ – малим (об'єкт майже непомітний на фоні), при $k = 0,2 \dots 0,5$ – середній контраст.

3.3. Загальні відомості про лампи розжарювання

В якості джерел штучного світла на даний час використовуються два типи ламп – лампи розжарювання та газорозрядні лампи.

Лампи розжарювання – відносяться до джерел світла теплового випромінювання, де провідник розжарюється під дією струму до високої температури та починає світитися у видимому діапазоні. Частина споживаної енергії перетворюється у випромінювання, все інше втрачається в результаті теплопровідності і конвекції, причому лише мала частка випромінювання лежить в області видимого світла, основна доля припадає на інфрачервоне випромінювання.

Лампи розжарювання випромінюють жовто-червоний спектр, який за складом наближений до денного світла. Для ідентичного випромінювання слід розігріти тіло розжарювання до 5500°C (температура поверхні Сонця), адже чим менша температура, тим менша доля видимого світла. Проте температура у 5500°C недосяжна, оскільки при такій температурі будь-який відомий матеріал плавиться, руйнується і перестає проводити електричний струм. У сучасних лампах застосовують матеріали з максимальними температурами плавлення – вольфрам (3410°C) і значно рідше осмії (3045°C).

Лампи розжарювання мають наступні конструктивні різновиди:

1. *Вакуумні* – лампи малої потужності, де з колби для запобігання окисленню вольфраму відкачане повітря.
2. *Газонаповнені* – більш потужні лампи, в яких для зменшення випаровування спіралі в колбі створено надлишковий тиск інертних газів (азоту, аргону чи криптону).
3. *Безспіральні з криптоно-ксеноновим заповненням* – тіло розжарювання має вигляд стрічки, а в колбі створено надлишковий тиск інертних газів.
4. *Дзеркальні лампи-світильники* – призначені для створення потоку розсіяного світла.
5. *З йодним циклом* – лампи великої потужності, в колби яких вводяться пари йоду для збільшення температури спіралі та запобігання розпиленню вольфраму.

Конструкції ламп розжарювання дуже різноманітні та залежать від призначення, проте всі вони мають спільні елементи. На рис. 3.1 показана конструкція лампи розжарювання.

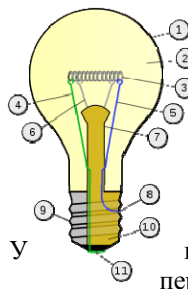


Рис. 3.1. Конструкція лампи розжарювання: 1 – колба; 2 – порожнина колби; 3 – тіло розжарювання; 4, 5 – електроди; 6 – тримачі тіла розжарювання; 7 – ніжка лампи; 8 – запобіжник; 9 – корпус цоколя; 10 – ізолятор цоколя (стекло); 11 – контакт цоколя [5]

У залежно від типу лампи можуть виготовлятися без цоколя або з цоколем різних типів, мати додаткову зовнішню колбу, інші конструктивні елементи. конструкції ламп загального призначення передбачається запобіжник з феронікелевого сплаву в ланцюзі одного з електродів у ніжці лампи. Його призначення – запобігти руйнуванню колби при розриві нитки розжарювання, адже в зоні розриву виникає електрична дуга, яка розплавляє залишки нитки і може зруйнувати скло колби, призвівши до пожежі. Запобіжник при запаленні дуги руйнується, а дуга гасне.

Більшість сучасних ламп наповнюються хімічно інертними газами. Втрати потужності через теплопровідність зменшують підбором газу з великою молярною масою. Суміші азоту N_2 ($\mu = 28$ г/моль) з аргоном Ar ($\mu = 40$ г/моль) є найбільш поширеними через малу собівартість, також застосовують чистий осушений аргон, рідше – криптон Kr ($\mu = 84$ г/моль) і ксенон Xe ($\mu = 131,3$ г/моль).

До **переваг** ламп розжарювання відносяться налагоджене масове виробництво, мала вартість, невеликі розміри та можливість вмикання у мережу освітлення без додаткових пристроїв. Вони нечутливі до дії іонізуючого випромінювання, мають лише активний опір, швидкий вихід на робочий режим, нечутливі до зміни напруги в мережі, нешкідливі (відсутність потреб в утилізації). Працюють на будь-якому роді струму, нечутливі до полярності напруги, мають незначні пульсації яскравості та шуми при роботі на змінному струмі та безперервний спектр випромінювання.

До **недоліків** ламп розжарювання слід віднести низьку світлову віддачу (7...20 лм/Вт), невеликий термін служби (від 5 годин для фар літаків до 1500 годин звичайних ламп), крихкість, чутливість до ударів і вібрацій, стрибок струму у 10 разів при включенні або вимкненні, можливість вибуху балону при розриві нитки, пожежну небезпеку. До того ж лампи розжарювання мають дуже низький ККД, який не перевищує 4 %.

У зв'язку з необхідністю економії електроенергії і скорочення викидів вуглекислого газу в атмосферу в багатьох країнах введена або планується до введення заборона на виробництво, закупівлю та імпорт ламп розжарювання з метою примушення споживачів до їх заміни на енергозберігаючі лампи.

3.4. Газорозрядні лампи штучного освітлення

В умовах зростання цін на енергоносії та виробництво електроенергії все серйозніше постає питання скорочення витрат на освітлення приміщень та на заміну відпрацьованих ламп, особливо якщо вони встановлені у важкодоступних місцях. Лампи розжарювання не відповідають вимогам високої надійності та економічності, тому їх поступово витісняють газорозрядні лампи.

Газорозрядна лампа – джерело штучного освітлення, що використовує для генерації світла електричний розряд в газах. За джерелом світла, яке виходить назовні лампи поділяються на:

1. *Люмінесцентні лампи* – світло генерується шаром люмінофору, нанесеного на внутрішню поверхню балона, під дією випромінювання газового розряду. Лампи даного типу, в свою чергу, поділяються на 4 типи за характером світла, що генерується:

- лампи денного світла (ЛД) – спектр випромінювання максимально наближений до сонячного;
- лампи з виправленою кольоровістю (ЛДЦ) – також мають спектр, наближений до природного світла;
- лампи білого світла (ЛБ) – спектр випромінювання являє собою біле світло;
- лампи холодно-білого світла (ЛХБ) – у спектрі випромінювання присутні частоти синьо-фіолетового діапазону;
- лампи тепло-білого світла (ЛТБ) – у спектрі випромінювання присутні частоти жовто-красного діапазону.

Різноманітні спектральні характеристики ламп даного типу дозволяють правильно підібрати освітлення для будь-яких виробничих умов, проте для правильного вибору необхідне рішення фахівців у даній області – світлотехніків.

2. *Газосвітні лампи* – назовні виходить світло дугового або тліючого електричного розряду, що горить у газовому середовищі.

3. *Електродосвітні лампи* – використовується свічення електродів, збуджених газовим розрядом.

За величиною тиску газорозрядні лампи діляться на лампи високого та низького тиску.

В якості робочої речовини у газорозрядних лампах використовують пари металів (ртуті або натрію), інертні гази (неон, ксенон, аргон і криптон), та їх суміші. Найбільшу ефективність (150 лм/Вт) на даний момент мають натрієві лампи, а найбільш поширеними є ртутні лампи.

Типова газорозрядна лампа (рис. 3.2) складається з наступних деталей:



колба – призначена для герметизації розрядної зони, у люмінесцентних лампах на неї наносять шар люмінофору;

цоколь – має такий же діаметр різьби, як і на лампах розжарювання;

електроди – анод і катод використовуються при горінні розряду, запалюючий електрод призначений для запалення розряду;

резистор обмеження струму – призначений для обмеження розрядного струму до встановлення робочих параметрів розряду (перші 10 – 15 с).

Рис. 3.2. Газорозрядна лампа [4]

Ефективність джерел штучного освітлення залежить від їх своєчасного обслуговування, оскільки забруднення скла ламп може викликати зменшення освітленості приміщення до 1,5 разів. Тому в приміщеннях із значним виділенням пилу миття світильників слід виконувати не менше 4 разів на рік, у всіх інших – не рідше 2 разів на рік. Рівень освітленості приміщення необхідно перевіряти не рідше 1 разу на рік, своєчасно замінювати лампи, що слабо світять.

До **переваг** газорозрядних ламп можна віднести їх високу світлову віддачу (40 - 110 лм/Вт), малу яскравість, наслідком якої є значно менша засліплююча дія, ніж у ламп розжарювання і можливість підбору будь-якого спектру випромінювання залежно від типів робіт. Такі лампи мають значно довший термін експлуатації (8 – 12 тисяч годин) та більш високий ККД порівняно з лампами розжарювання.

Головним **недоліком** газорозрядних ламп є пульсації світлового потоку при їх експлуатації в мережах змінного струму. Пульсації не тільки втомлюють зір, а й призводять до стробоскопічного ефекту – виникнення ілюзії зупинки обертових частин обладнання, що може стати причиною нещасних випадків. Також газорозрядні лампи мають обмежені температурні умови праці (не працюють нижче 10°C), а їх світловий потік зменшується зі збільшенням терміну експлуатації.

Ще одним **недоліком** газорозрядних ламп (особливо дугових ртутних люмінесцентних) є інтенсивне утворення озону в процесі їх

експлуатації. Якщо для бактерицидних установок це явище являється корисним, то в інших випадках концентрація озону може істотно перевищувати допустиму, тому приміщення повинні мати вентиляцію. Також до недоліків газорозрядних ламп слід віднести їх високу вартість, значні розміри, необхідність пускової апаратури, довгий вихід на робочий режим та наявність шкідливих компонентів, що вимагає створення інфраструктури з утилізації ламп даного типу.

3.5. Розрахунок штучного освітлення

При проектуванні штучного освітлення виробничого освітлення по-перше слід обрати тип джерела світла (характеристики ламп наведені в Додатку І), систему освітлення, вид світильника, визначити найбільш доцільні висоти їх розміщення, знайти число світильників і потужність ламп, необхідних для створення нормованої освітленості на робочому місці, після чого здійснити перевірку обраного варіанту освітлення на його відповідність санітарно-гігієнічним нормам.

Для визначення загального освітлення горизонтальної робочої поверхні використовується метод коефіцієнта використання світлового потоку. При цьому спочатку розраховують світловий потік однієї лампи

$$F = \frac{E_{\min} S k z}{n \eta}, \quad (3.6)$$

де E_{\min} – мінімальна нормативна освітленість, лк; S – площа освітлюваного приміщення, m^2 ; k – коефіцієнт запиленості, який залежить від характеру виконуваних робіт і визначається по табл. 3.2; $z = 1, 1, \dots, 1, 15$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення, n – кількість світильників, шт; η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку розраховують індекс приміщення за формулою

$$i = \frac{ab}{H_c(a+b)}, \quad (3.7)$$

де a і b – відповідно довжина та ширина приміщення, м; H_c – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

При однаковому коефіцієнті відбиття стелі та стін при визначенні коефіцієнта використання світлового потоку слід користуватися табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Коефіцієнт використання світлового потоку

Індекс приміщення i	0,5	1	2	3	4	5
Коефіцієнт використання світлового потоку η	0,22	0,37	0,48	0,54	0,59	0,61

Кількість ламп, необхідних для освітлення робочого приміщення, визначається по формулі

$$n = \frac{E_{\min} Skz}{F \eta} \quad (3.8)$$

Розрахунок місцевого освітлення полягає у визначенні потужності чи світлового потоку лампи. Для місцевого освітлювання переважно використовують лампи розжарювання, світловий потік лампи визначають за формулою

$$F = \frac{1000 H_C^2 E_{\min}}{\xi} \quad (3.9)$$

де ξ – показник, який вибирають по рисунку 3.3.

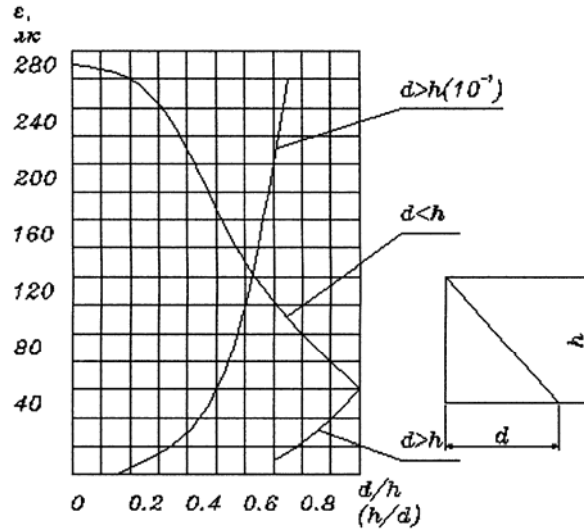


Рис. 3.3. Графік визначення показника ξ [4]

За значенням світлового потоку F обирають лампу розжарювання по Додатку І. При виборі лампи допускається відхилення світлового потоку від розрахункового в межах 10...20%.

Освітлення приміщення вважається нормальним, якщо дійсна освітленість дорівнює нормативній або більша за неї. В іншому випадку необхідно збільшити потужність електроламп або їх кількість.

Окрім метода світлового потоку для оцінки штучної освітленості також використовуються точковий метод і метод ват, детально розглянуті в лабораторній роботі № 3.

Практичне заняття № 3
РОЗРАХУНОК ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧОГО
ПРИМІЩЕННЯ

Мета заняття: засвоїти алгоритм розрахунку штучного загального та місцевого виробничого освітлення.

Задача 1

Провести розрахунок освітлення ділянки фарбування автомобілів, довжина якої $a = 20$ м, ширина $b = 18$ м, висота $H = 5$ м. Середня висота робочої поверхні становить $h = 0,8$ м. Розрахунок виконати методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Розв'язання

Для **загального освітлення** даної ділянки використаємо люмінесцентні лампи. Згідно *Додатку Л*, мінімальна освітленість ділянки фарбування автомобілів має становити

$$E_{min} = 200 \text{ (лк)}.$$

Відстань від стелі до робочої поверхні

$$H_0 = H - h = 5 - 0,8 = 4,2 \text{ (м)}.$$

Відстань від стелі до світильника

$$h_c = 0,2H_0 = 0,2 \cdot 4,2 = 0,84 \text{ (м)}.$$

Тоді висота світильника над освітлювальною поверхнею

$$H_C = H_0 - h_c = 4,2 - 0,84 = 3,36 \text{ (м)}.$$

Найменша висота підвіски над підлогою світильників повинна бути 3 м. В нашому випадку розрахункова висота даним вимогам відповідає.

Для досягнення найбільш рівномірної освітленості робочої зони рекомендується дотримуватись співвідношення

$$\frac{L}{H_C} = 1,4 \Rightarrow L = 1,4H_C = 1,4 \cdot 3,36 = 4,7 \text{ (м)}.$$

де L – відстань між центрами світильників, м.

Необхідну кількість ламп визначаємо по формулі

$$n = \frac{S}{L^2} = \frac{ab}{L^2} = \frac{20 \cdot 18}{4,7^2} = 16,3.$$

Остаточно приймаємо $n = 16$ лампи (4 ряди по 4 штуки).

Індекс ділянки фарбування визначимо через її габаритні розміри по формулі (3.7)

$$i = \frac{a \cdot b}{H_C \cdot (a + b)} = \frac{20 \cdot 18}{3,36 \cdot (20 + 18)} = 2,82.$$

Далі по табл. 3.1 [1] за допомогою лінійної інтерполяції знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку для даного i

$$\eta(2,82) = 0,48 + \frac{0,54 - 0,48}{1} \cdot 0,82 = 0,53.$$

Дані по коефіцієнту запасу k для ламп і приміщень наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Значення коефіцієнта запасу

Характеристика приміщення	Люмінесцентні лампи	Лампи розжарювання
Значне виділення пилу	2,0	1,7
Середнє виділення пилу	1,8	1,5
Мале виділення пилу	1,5	1,3
Відкриті простори	1,5	1,3

Світловий потік визначаємо за формулою (3.6)

$$F = \frac{E_{\min} abkz}{n\eta} = \frac{200 \cdot 20 \cdot 18 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,53} = 5009 \text{ (лм)},$$

де $z = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення для люмінесцентних ламп (для ламп розжарювання він складає $z = 1,15$).

За отриманим світловим потоком по Додатку I обираємо газорозрядну лампу типу ЛБ-80 зі світловим потоком $F_l = 5220$ лм.

Розрахунок місцевого освітлення полягає у визначенні світлового потоку (або потужності) ламп розжарювання. Визначаємо світловий потік однієї лампи по формулі

$$F = \frac{1000 \cdot H_C^2 \cdot E}{\xi} = \frac{1000 \cdot 3,36^2 \cdot 200}{120} = 6667 \text{ (лм)},$$

де $H_C = 2$ м – відстань лампи до освітлювальної поверхні; $\xi = 120$ – показник, який визначається за графіком 3.3.

По Додатку I обираємо тип лампи розжарювання НГ-500, що має світловий потік $F = 8300$ лм.

Завдання до самостійної роботи №3

Провести розрахунок загального та місцевого штучного освітлення виробничого приміщення вказаного типу. Вихідні дані до розрахунку взяти з табл. 3.3, розрахунок виконати методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Таблиця 3.3

№	Тип виробничого приміщення	a, м	b, м	H, м	h, м
1	2	3	4	5	6
1	Чекальня для відвідувачів	3	5	3,2	0,8
2	Зал засідань	30	12	3,5	0,8
3	Робоча кімната	4	2,5	3,0	0,8

1	2	3	4	5	6
4	Фойє	10	6	4,5	-
5	Читальна зала	12	8	4	0,8
6	Книгосховище	60	30	6	-
7	Вестибюль	10	6	4	-
8	Коридор	10	2	3	-
9	Дільниця з ремонту вузлів та агрегатів двигуна	9	4,5	4	0,8
10	Сходова клітка	3	3	3	-
11	Дільниця миття автомобілів	10	2,5	4,5	0,8
12	Дільниця технічного обслуговування у повному обсязі	20	14	4	0,8
13	Гардероб	8	7	3,3	-
14	Дільниця поточного ремонту автомобілів	20	15	4	0,8
15	Оглядова канава	10	3,5	3	-
16	Дільниця обробки металів тиском	20	18	4	0,8
17	Шиномонтажно-балансувальне відділення	8	7	3,5	0,8
18	Приміщення для зберігання автомобілів	40	20	4	-
19	Столярна майстерня	5	5	4	0,8
20	Приміщення з ремонту електричних систем автомобіля	6	4	3,5	0,8
21	Дільниця фарбування автомобілів	18	15	4,5	0,8
22	Столова	40	15	3,5	0,8
23	Санітарно-побутове приміщення	4	2	2,8	-
24	Ливарний цех	70	35	5	0,8
25	Мідницько-жерстяницьке відділення	20	10	4	0,8
26	Дільниця діагностики системи запалення двигунів	10	8	3,5	0,8
27	Електрощитова	3	2	3	-
28	Відкритий майданчики зберігання автомобілів	50	40	7	-
29	Приміщення з ремонту та встановлення сигналізації	8	4	4	0,8
30	Дільниця діагностики та ремонту систем живлення	6	6	4,5	0,8

Лабораторна робота № 3
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ШТУЧНОГО
ОСВІТЛЕННЯ

Мета роботи: засвоїти методику виміру освітленості робочих місць штучним світлом, ознайомитись з видами розрахунків штучного освітлення.

Прибори та інструменти: люксметр Ю 116 з насадками типів К, М, П і Т, рулетка.

Теоретична частина

У зв'язку з тим, що природне освітлення залежить від пори року та проміжку доби, а тому не є постійною величиною, для забезпечення нормативної освітленості приміщень використовують також штучне освітлення. Разом природне і штучне освітлення робочих приміщень утворюють комбіноване освітлення.

Як і для природного, основною характеристикою штучного освітлення є освітленість робочих поверхонь, яка вимірюється люксметром.

Люксметр – прилад для вимірювання освітленості в люксах. Використовуваний в лабораторній роботі люксметр Ю 116 (рис. 3.4) складається з селенового фотоелемента, який перетворює світлову енергію в енергію електричного струму і вимірює цей фотострум за допомогою мікроамперметра стрілочного, проградуйованого в одиницях освітленості.



Рис. 3.4. Люксметр Ю 116 [4]

Різні шкали відповідають різним діапазонам вимірюваної освітленості, перехід від одного діапазону до іншого здійснюють за допомогою перемикача, що змінює опір електричного кола. Люксметр даного типу має два діапазони вимірювань: від 0 до 30 лк і від 0 до 100 лк). Більш високі освітленості можна вимірювати, використовуючи світлорозсіюючі насадки М, П і Т на фотоелемент, які послаблюють падаюче на елемент випромінювання у 10, 100 і 1 000 разів відповідно.

Криві відносної спектральної чутливості селенового фотоелемента і середнього людського ока неоднакові, тому показання люксметра залежать від спектрального складу випромінювання. Зазвичай прилади градуують з лампою розжарювання (як і зроблено в люксметрі Ю 116), а при вимірюванні освітленості, створюваної випромінюванням іншого спектрального складу, застосовують отримані поправочні коефіцієнти:

$k = 1,17$ – для люмінесцентних ламп типу ЛБ;

$k = 0,99$ – для люмінесцентних ламп типу ЛД;

$k = 0,8$ – для природного світла.

Похибка вимірювань такими люксметри становить не більше 10% вимірюваної величини.

Для надточних вимірювань використовують люксметри більш високого класу, оснащені світлофільтрами, в поєднанні з якими спектральна чутливість фотоелемента наближається до чутливості ока. Також вони комплектуються насадкою для зменшення похибки при вимірюванні освітленості, створюваної світлом, що падає під кутом, та контрольною приставкою для перевірки чутливості приладу. Просторові характеристики освітлення вимірюють люксметри з насадками сферичної та циліндричної форми. Похибка вимірювань найбільш сучасних люксметрів не перевищує 1%.

При дослідженні штучного освітлення застосовується три основні методи:

1. **Метод ват** – використовується для наближеної перевірки відповідності освітленості даного приміщення нормативним величинам. Згідно даного методу, спочатку визначається питома потужність освітлювальних ламп

$$N = \frac{W_{\text{сум}}}{S}, \quad (3.10)$$

де $W_{\text{сум}}$ – сумарна потужність освітлювальних ламп у даному приміщенні, Вт; S – площа підлоги в приміщенні, м².

Тоді наближена освітленість в приміщенні визначається по формулі

$$E = Nx, \quad (3.11)$$

де $x = 2,5$ – для ламп розжарювання і $x = 15$ – для люмінесцентних ламп.

2. **Метод коефіцієнта використання світлового потоку** застосовується при розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних робочих поверхонь з урахуванням світлових потоків, відбитих від стелі та стін. Даний метод дозволяє визначити необхідну потужність ламп, якщо задана їх кількість, або визначити кількість

ламп за відомою потужністю. Приклад застосування метода коефіцієнта використання світлового потоку наведено в практичному занятті № 2.

3. **Точковий метод** використовується значно рідше, ніж два попередні і полягає у розрахунку локалізованого освітлення або перевірки наявного освітлення в конкретних місцях освітлюваної поверхні. Даний метод дозволяє точно врахувати освітленість, яка створюється світловим потоком, відбитим від стін і стелі.

Порядок виконання роботи

1. Детально ознайомитись з конструкцією та принципом дії люксметра.
2. Встановити на фотоелемент насадки К і Т, після чого визначити природну освітленість під відкритим небом у місці, вказаному викладачем. Оскільки прилад налаштований на світло ламп розжарювання, отриманий результат освітленості слід помножити на виправний коефіцієнт $k = 0,8$.

3. Визначити освітленість штучним світлом в кількох точках приміщення, починаючи від стіни з вікнами з кроком 1 м. Виміри проводити при затемнених вікнах.

4. За даними вимірів побудувати графік зміни штучної освітленості по ширині аудиторії

$$E_i = E(x)$$

та знайти середнє значення освітленості.

5. Визначити коефіцієнт природної освітленості (КПО) по формулі (2.6) для кожного з місць вимірювання.

6. За даними розрахунків побудувати графік зміни КПО по ширині аудиторії

$$e_i = e(x).$$

7. Визначити середнє значення коефіцієнта природної освітленості в досліджуваному приміщенні по формулі 2.10.

8. Врахувати значення світлового коефіцієнта по формулі (2.7).

9. За формулою (2.8) визначити кут освітленості.

10. Визначити загальну освітленість приміщення штучним і природним світлом в тих самих точках, прибравши затемнення вікон.

11. За даними вимірів побудувати графік зміни загальної освітленості по ширині аудиторії

$$E_i = E(x)$$

та знайти середнє значення загальної освітленості.

12. Визначити коефіцієнт природної освітленості (КПО) по формулі (2.6) для кожного з місць вимірювання.

13. За даними розрахунків побудувати графік залежності КПО як функцію відстані до вікон

$$e_i = e(x).$$

14. Визначити середнє значення коефіцієнта природної освітленості в досліджуваному приміщенні по формулі 2.10.

15. Результати вимірювань і розрахунків заносимо до табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Результати вимірів і розрахунків

Тип освітлення	E_1 , лк	...	E_n , лк	e_1 , %	...	e_n , %	$e_{сеп}$, %	K_c	α
Штучне									
Комбіноване									

16. Зробити висновки щодо відповідності даного приміщення нормам освітленості за значенням КПО, кута освітленості та світлового коефіцієнта в темний час доби.

17. Зробити висновки щодо відповідності даного приміщення нормам освітленості за значенням КПО, кута освітленості та світлового коефіцієнта в світлий час доби.

Питання для самоконтролю

1. Яка величина називається освітленістю?
2. Що є джерелом природного освітлення?
3. Розкрийте фізичну природу світла?
4. Які фізичні характеристики світла існують?
5. В чому полягає фізичний зміст функції видимості?
6. Які існують типи природного освітлення?
7. Які особливості освітлення робочих приміщень природним світлом?
8. Скільки типів розрахунку природного освітлення існує і у чому полягає їх суть?
9. Яка величина є нормативною для освітлення робочих місць?
10. Опишіть конструкцію та принцип дії люксметра.

РОЗДІЛ 4. ШУМИ ТА ВІБРАЦІЇ

4.1. Класифікація шумів

Шуми – хвилі звукового (акустичного) діапазону, утворені коливаннями твердих, рідких або газоподібних хвиль. Звук передається лише через пружні середовища (рідини, гази, тверді тіла), швидкість поширення звуку в газах визначається по формулі

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}, \quad (4.1)$$

де γ – показник адіабати (для повітря $\gamma = 1,4$); $R = 8,31$ Дж/(моль·К) – універсальна газова стала; μ – молярна маса газу, кг/моль; T – температура газу, К.

В залежності від розмірів і виду звукопровідного матеріалу, хвилі можуть бути двох типів:

1. *Поздовжні* – напрям коливань часток середовища зберігається з напрямом поширення хвилі. Утворюють у звукопровідному матеріалі зони підвищеного і пониженого тиску, які міняються місцями з часом, викликаючи розтяг або стиск матеріалу.

2. *Поперечні* – напрям коливань часток середовища перпендикулярний до напрямку поширення хвилі. Викликають зсув у звукопровідних матеріалах, тому мають місце лише у твердих тілах.

В табл. 4.1 наведені швидкості поширення хвиль у деяких матеріалах.

Таблиця 4.1

Швидкості поширення звукових хвиль

<i>Речовина</i>	<i>Швидкість поширення хвиль, м/с</i>	
	<i>поздовжніх</i>	<i>поперечних</i>
Алюміній	6 320	3 130
Залізо	5 900	3 230
Мідь	4 730	2 300
Цинк	4 120	2 350
Кварцове скло	5 570	3 520
Вода	1 481	–
Повітря	331	–

Джерелом шуму на виробництві найчастіше є працююче обладнання, транспортні засоби, системи кондиціонування та очистки повітря. Шуми на виробництві небажані, оскільки негативно впливають на організм людини.

Фізичними характеристиками шумів є:

1. *Амплітуда* A – максимальне відхилення точки, що здійснює коливальний рух, від її початкового положення. Одиниця виміру амплітуди – міліметр (мм).
2. *Частота* f – кількість повних коливань точки в одиницю часу. Одиниця виміру частоти – герц (Гц). Вуху людини має найбільшу чутливість в області частот 1000...3000 Гц.
3. *Період* T – час одного повного коливання матеріальної точки.

$$T = \frac{1}{f}. \quad (4.2)$$

Одиниця виміру періоду – секунда (с).

1. *Кругова частота* ω – кількість повних коливань за період у 2π секунд.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}. \quad (4.3)$$

Одиниця виміру кругової частоти – радіан за секунду (рад/с).

5. *Інтенсивність (сила звуку)* I – кількість енергії, що проходить за 1 с через одиницю площі, перпендикулярну до напрямку її поширення. Одиниця виміру інтенсивності – ват на метр квадратний ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

Звуки сприймаються людиною лише тоді, коли їх інтенсивність лежить у межах від 10^{-12} до $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Мінімальне значення називається нижнім порогом чутності, а максимальне – больовим порогом відчуття, причому ці значення різні для різних частот звуку. Залежність порогів чутності від частоти звукової хвилі наведена в *Додатку К*.

6. *Звуковий тиск* P – абсолютна різниця між тиском максимального згущення повітря і барометричним тиском. Одиниця виміру звукового тиску – Паскаль (Па).

За слуховим відчуттям звук характеризується наступними величинами:

1. *Рівень інтенсивності (гучність)* – складна функція інтенсивності (головним чином) та частоти звуку

$$L = \lg \frac{I}{I_0}, \quad (4.4)$$

де $I_0 = 10^{-12} \text{ Вт}/\text{м}^2$ – нульовий рівень інтенсивності, що дорівнює порогу чутності при частоті 1000 Гц; I – інтенсивність звуку. Одиниця виміру рівня інтенсивності – бел (Б), проте на практиці використовують його десятю частину – децибел (дБ).

2. *Висота* – функція лише частоти звуку. Подвоєння частоти називається октавою, потроєння – квінтою, відношення частот 3:4 – квартою. Людина вловлює різницю у частоті двох звуків до 0,1 Гц.

3. *Тембр* – відтінок, за яким відрізняються звуки однакової висоти та сили від різних джерел. Визначається набором частот простих коливань, що входять до складу звуку.

Коливання прийнято поділяти на три типи:

а) *Інфразвукові* – коливання, що відбуваються з частотою від 0 до 16 Гц. Виникають при коливаннях і раптових рухах масивних тіл, не викликаючи при цьому звукового відчуття.

б) *Звукові (шуми)* – коливання, що відбуваються з частотою від 16 до 20 000 Гц.

а) *Ультразвукові* – коливання, що відбуваються з частотою понад 20 000 Гц. Також не викликають слухового відчуття, використовуються у засобах зв'язку, пеленгації та локації, у дефектоскопії при виявленні внутрішніх дефектів, в медицині.

Людина сприймає вухом тільки звукові коливання із силою звуку в діапазоні 0...140 дБ, причому зміна сили звуку менш ніж на 1 дБ не відчувається.

Всі шуми за частотою поділяються на низькочастотні (діапазон від 16 до 350 Гц), середньо частотні (діапазон від 350 до 800 Гц) і високочастотні (з частотою понад 800 Гц).

Від частоти шумів залежать порогові значення сили звуку і звукового тиску, тому необхідно знати частотний спектр шуму.

За спектром коливань шуми бувають:

Широкосмугові – з безперервним спектром шириною більше однієї октави (смуги частот, в якій верхня частота вдвічі більша за нижню).

Тональні – шуми, у спектрі яких є добре чутні дискретні частоти.

За змінами у часі шуми поділяються на:

Постійні – рівень звуку яких за робочий день змінюється не більш, ніж на 5 дБ.

Непостійні – рівень звуку яких за робочий день змінюється більш, ніж на 5 дБ. При цьому непостійні шуми поділяються на три види:

а) *коливні в часі* – рівень звуку безперервно змінюється в часі.

б) *переривчасті* – рівень звуку змінюється ступнево, причому тривалість інтервалів постійного рівня складає більше 1 с.

в) *імпульсні* – один або кілька звукових сигналів тривалістю менше 1 с.

4.2. Захист від шумів

Вплив шуму проявляється у порушеннях роботи головних систем організму, вітамінного обміну, може викликати гіпертонічну хворобу. Специфічною реакцією на шум є зміни в слуховому апараті людини, за яких змінюється чутливість, причому характер змін слуху залежить від частоти шуму, його інтенсивності та тривалості. Велика

сила звуку може викликати зміни у організмі людини, тому санітарними нормами визначені небезпечні рівні шуму (табл. 4.2). Так сила звуку у 155 дБ викликає опіки, а у 180 дБ – призводить до смерті. На рис. 4.1 показано реакцію організму на різні величини сили звуку.

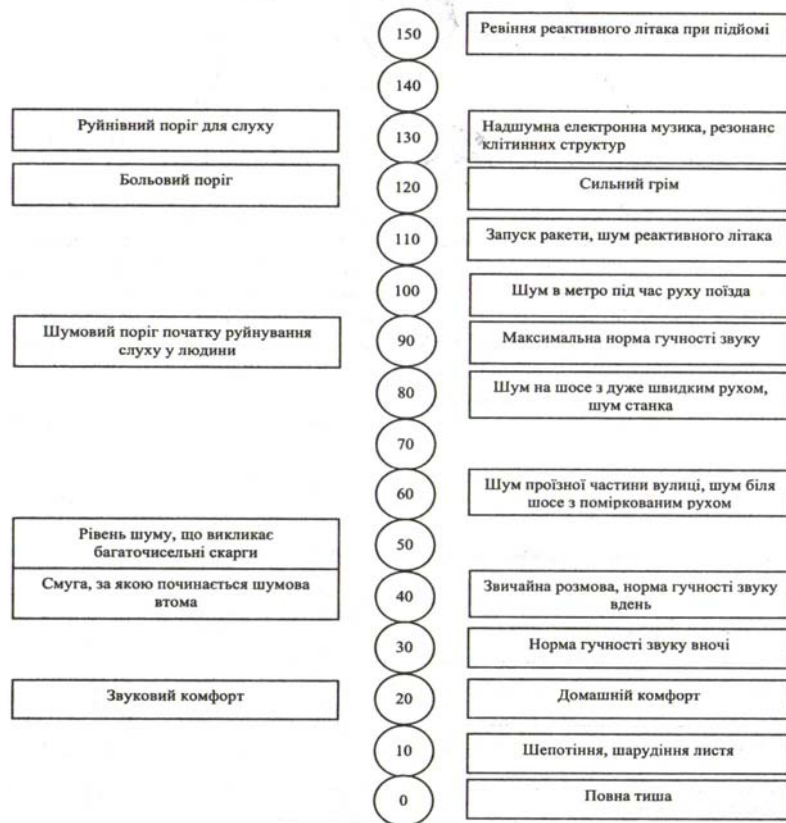


Рис. 4.1. Шкала сили звуку [6]

На сучасному етапі розвитку технології існує 5 основних напрямків захисту від шумів в умовах виробництва:

1. *Зменшення шуму в джерелі виникнення* – досягається шляхом конструктивних змін: заміною металевих деталей на полімерні, підвищенням точності зборки, зменшенням частоти обертання, вдосконаленням кінематичної схеми.

2. *Архітектурно-планувальні заходи* – шумні виробництва компонують в окремі комплекси, розміщені за межами міста з підвітряного боку з використанням озеленення.

3. *Звукоізоляція* – відбивається більша частина звукової енергії, що падає на ізолюючий засіб, і тільки незначна частина проходить крізь нього. Звукоізолююча здатність матеріалу залежить від його структури і товщини. До звукоізолюючих засобів відносяться огороження, стіни, перекриття, спеціальні кожухи.

4. *Звукопоглинання* – властивість будівельних матеріалів і конструкцій поглинати енергію звукових коливань. Здатність матеріалів поглинати шуми характеризується коефіцієнтом звукопоглинання – відношенням поглинутої поверхнею енергії до повної енергії звукової хвилі

$$\alpha = \frac{E_{\text{погл}}}{E_{\text{зов}}} \quad (4.5)$$

Для шумопоглинаючих матеріалів коефіцієнт $\alpha > 0,2$.

5. *Використання засобів індивідуального захисту* – протишумного одягу, касок і навушників (внутрішніх, що вкладаються у вуха, і зовнішніх, які закривають вуха повністю). При рівні шуму більше 120 дБ навушники не забезпечують необхідного послаблення шуму.

Таблиця 4.2.

Допустимі рівні інтенсивності шумів

Робочі місця	Сила звуку (дБ) в октавних смугах при частоті, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Лабораторії теоретичної обробки даних	71	61	54	49	45	42	40	38
Приміщення управління, робочі кімнати	79	70	68	58	55	52	50	49
Науково-дослідні лабораторії	95	87	82	78	75	73	71	69
Постійні робочі місця і зони	99	92	86	83	80	78	76	74
Приміщення точної зборки	83	73	68	63	60	57	55	54

4.3. Загальні поняття про вібрації

Вібрації – складний коливний процес пружних тіл, що характеризується періодичністю зміни амплітуди коливань, їх частоти та інших характеристик. Вібрації передчасно виводять з ладу машини

та обладнання, обмежують їх технологічні можливості, негативно впливають на організм людини.

Залежно від джерела виникнення, вібрації поділяються на три типи:

1. *Транспортні* – діють на персонал транспортних засобів на дорогах, при перевезенні вантажів тощо.
2. *Транспортно-технологічні* – діють на операторів машин при переміщенні вантажів, на виробничих майданчиках, платформах.
3. *Технологічні* – діють на операторів верстатів та спеціального обладнання, на якому відсутні джерела вібрацій, що перевищують санітарно-гігієнічні норми.

Всі вібрації по характеру дії на тіло людини також поділяються на три типи:

1. *Загальні* – передаються на тіло людини через опорні поверхні. Такі вібрації викликають роздратованість, втому та головний біль, викликають зміни у серцево-судинній системі, вестибулярному апараті, впливають на обмін речовин.
2. *Місцеві (локальні)* – передаються на окремі частини тіла людини від інструмента, їх наслідком є біль у суглобах. При вібраціях з частотами 35...250 Гц виникають спазми кровоносних судин кінцівок.
3. *Комплексні* – найбільш поширені на практиці, є результатом одночасної дії двох попередніх факторів.

До фізичних характеристик вібрацій відносяться їх амплітуда A , частота f , період T і кругова частота ω , визначення яких були наведені в пункті 4.1. Крім них також використовують наступні величини:

Віброшвидкість v , мм/с – максимальне значення швидкості коливної точки

$$v = 2\pi f A \quad (4.6)$$

Віброприскорення a , мм/с² – максимальне значення прискорення коливної точки

$$a = \frac{4\pi^2 A}{T^2} \quad (4.7)$$

Рівень віброшвидкості L_v , дБ – характеристика інтенсивності вібрацій, аналогічна до рівня інтенсивності звуку

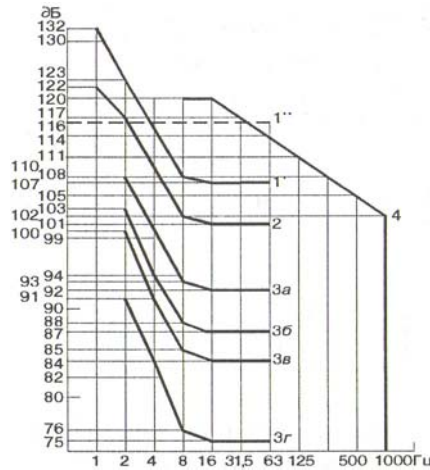
$$L = 10 \lg \left(\frac{v}{v_0} \right)^2, \quad (4.8)$$

де $v_0 = 2 \cdot 10^{-6}$ см/с – нульовий рівень віброшвидкості, що відповідає порогу звукового тиску $2 \cdot 10^{-5}$ Па; v – віброшвидкість, см/с. Одиниця виміру рівня віброшвидкості – децибел (дБ).

4.4. Гігієнічні норми вібрацій

Особливо шкідливі для людини вібрації з частотами, близькими до коливання тіла людини або його частин через можливість виникнення резонансу.

Резонанс – явище співпадіння частоти вібрації з частотою коливань внутрішніх органів (6...9 Гц – частота коливань більшості органів людини, голова коливається з частотою 17...25 Гц). Для людини, що стоїть на віброповерхні, частота вібрацій має два резонансні піки – 5...12 Гц та 17...25 Гц, а людини, що сидить на віброповерхні – один пік 4...6 Гц. Резонанс часто викликає розрив внутрішніх органів.



Вплив вібрації на людину також залежить від напрямку її дії. Тому загальні вібрації поділяють на такі, що діють вздовж осей ортогональної системи координат X, Y і Z , де X і Y – горизонтальні осі, Z – вертикальна вісь. Аналогічно місцеві вібрації поділяють на такі, що діють вздовж осей ортогональної системи координат X_p, Y_p і Z_p , де X_p співпадає з джерелом вібрації, Z_p – лежить в площині руху X_p .

Рис. 4.2. Гігієнічні норми вібрації [7]: 1' – вертикальна, 1'' – горизонтальна, 2 – транспортно-технологічна, 3a – технологічна у виробничих приміщеннях, 3б – у службових приміщеннях на судах, 3в – у приміщеннях без віброуючих машин, 3г – в приміщеннях для розумової праці, 4 – локальна вібрація

Вібрації нормуються окремо для кожного встановленого напрямку в кожній октавній смузі. Гігієнічні норми наведено у вигляді кривих на рис. 4.2, де по горизонтальній осі відкладено середні частоти октав, а по вертикальній – логарифмічні рівні віброшвидкості.

4.5. Основи віброзахисту

Віброзахист – сукупність методів і засобів, що дозволяють зменшити шкідливий вплив вібрацій. На даний момент існує 5 основних напрямків захисту від вібрацій в умовах виробництва:

1. *Усунення вібрації в джерелі виникнення* – розробка кінематичних та технологічних схем, які б максимально знижували технологічні

процеси, балансування роторів і валів, усунення надмірних люфтів та зазорів через періодичний огляд машин і механізмів.

2. *Віброізоляція* – послаблення зв'язку між джерелом виникнення коливань та конструкцією за рахунок встановлення між ними віброізоляторів (пружні елементи): сталених пружини, прокладок з гуми, пружинно-пластмасових пневмогумових конструкцій, інших матеріалів, здатних до демпфування енергії вібрацій. Принципова схема віброзахисної системи показана на рис. 4.3. Вона представляє собою паралельне з'єднання амортизатора (пружини, ресори або торсіону) з демпфером (рідинним або газовим).

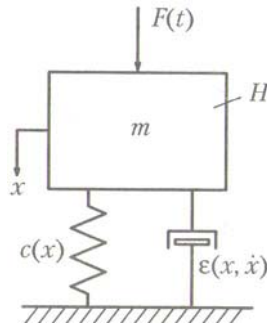


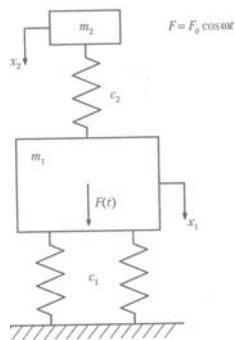
Рис. 4.3. Віброзахисна систем [7]

3. *Вібропоглинання* – послаблення зв'язку між джерелом виникнення коливань та конструкцією за рахунок нанесення на віброуючу поверхню шару пружнов'язких матеріалів, що частково перетворюють енергію коливань у тепло. В якості вібропоглинаючих матеріалів використовують

гуми, мастики і пластики.

Проте послаблення зв'язків зазвичай супроводжується появою деяких небажаних явищ – збільшенням статичних зміщень об'єкта відносно джерела та збільшенням амплітуд відносних коливань при низькочастотних діях. Тому використання засобів гасіння коливань часто пов'язане зі знаходженням компромісного рішення, що задовольнить усій сукупності технологічних вимог.

4. *Віброгасіння* – здійснюється шляхом встановлення віброуючого обладнання на жорсткі масивні віброгасячі фундаменти або залізобетонні плити. По їх периметру встановлюють акустичний шов, заповнений легкими пружними матеріалами і призначений для ліквідації передачі коливань від фундаменту до будівельних конструкцій.



Окремим випадком даного типу є динамічне гасіння коливань. Динамічний віброгасник (рис. 4.4) приєднується до об'єкта і формує додаткові динамічні дії, що прикладаються до об'єкта в місці з'єднання з віброгасником.

Рис. 4.4. Принципова схема динамічного віброгасника [7]

Динамічне гасіння здійснюється підбором параметрів віброгасника, при яких ці додаткові дії компенсують динамічні дії, що утворюються джерелом вібрацій.

При правильному підборі параметрів віброгасника амплітуда коливань об'єкта m_1 обертається в нуль, і відповідно дана маса стає нерухомою. Таке явище називається антирезонансом, а частота коливань динамічного віброгасника

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{c_2}{m_2}} \quad (4.9)$$

називається частотою антирезонансу. Частота антирезонансу співпадає з частотою власних коливань маси m_2 при нерухомій масі m_1 .

5. Використання засобів індивідуального захисту – застосовуються засоби для рук (рукавиці, прокладки та налокітники), ніг (спеціальне взуття та наколінники) і всього тулубу (пояси та спеціальні костюми).

На роботах із вібробезпечними процесами працівникам безкоштовно видається згідно встановлених норм одяг (вібродемпфувальні покриття, рукавиці комбіновані та рукавиці зі спецпідкладкою), спеціальне взуття (чоботи, черевики та туфлі з підошвами з пружно демпферного матеріалу). Останнього часу значного поширення набули вібродемпфувальні покриття у вигляді мастил (вініпор, антивібрит) ДНОАП 0.00-4.24-94.

Працівники, зайняті на роботах з динамічними процесами, мають право на оплачувані санітарно-оздоровчі перерви тривалістю від 15 до 20 хвилин. Крім того, персоналу, що має справу з вібруючим обладнанням, слід суворо дотримуватись режиму праці і відпочинку, чергуючи виконання операцій, пов'язаних з вібраціями, і без них. Так час роботи з машинами, вібрації яких менші за допустимі норми, не повинен перевищувати 2/3 робочої зміни.

Тривалий вплив вібрації призводить до професійного захворювання – вібраційної хвороби, яка піддається лікуванню лише на перших стадіях розвитку. Дія місцевої вібрації викликає порушення чутливості шкіри, втрату міцності кровоносних судин, чутливості нервових волокон, окостеніння сухожиль, відкладання солей у суглобах, інших небажаних впливів.

Вібрація негативно впливає не тільки на працівників, а й на технологічне обладнання, суттєво обмежуючи термін його експлуатації. Під дією вібрацій має місце явище втоми матеріалів – процесу поступового накоплення ушкоджень в матеріалі, який призводить до утворення тріщин і подальшого руйнування.

Практичне заняття № 4

РОЗРАХУНОК ДИНАМІЧНОГО ВІБРОГАСНИКА

Мета заняття: засвоїти алгоритм розрахунку параметрів динамічного віброгасника та методику визначення основних механічних характеристик коливної системи.

Задача 1. Електричний двигун маси $m = 90$ кг знаходиться під дією гармонічної збудованої сили

$$F = 45 \cos 5t \text{ Н,}$$

що викликана незрівноваженістю його обертових мас. Розробити віброзахисний пристрій для зменшення дії вібрацій на фундамент.

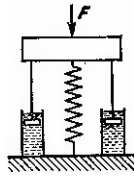
Розв'язання

Всі задачі віброзахисту і віброізоляції можна розділити на два типи:

1. *Віброзахист при силовому збудженні* – збурювальна сила прикладена до тіла маси m , від шкідливих вібрацій якого слід ізолювати фундамент.

2. *Віброзахист при кінематичному збудженні* – джерелом шкідливих вібрацій є фундамент, від якого слід ізолювати тіло маси m .

В даній задачі має місце силове збудження. Найбільш ефективною конструкцією віброгасника є паралельне з'єднання пружного амортизатора і гідравлічного демпфера (рис. 4.5). При цьому під дією зовнішньої сили F в амортизаторі виникає сила пружності, пропорційна деформації пружини



$$F_{пр} = -cx,$$

де c – жорсткість пружини, Н/м.

Рис. 4.5. Розрахункова схема віброізолятору [7]

В той же час в демпфері виникне сила внутрішнього тертя, пропорційна швидкості руху тіла

$$F_{тер} = -\alpha v = -\alpha \dot{x},$$

де α – коефіцієнт внутрішнього тертя, Н·с/м.

Запишемо загальне рівняння динаміки для двигуна

$$\Sigma F = ma = m\ddot{x} \Rightarrow m\ddot{x} = -cx - \alpha\dot{x} + 45 \cos 5t.$$

Поділимо обидві частини на масу двигуна m , після чого перенесемо сили пружності і внутрішнього тертя в інший бік

$$\ddot{x} + \frac{\alpha}{m} \dot{x} + \frac{c}{m} x = 0,5 \cos 5t.$$

Введемо частоту власних коливань і коефіцієнт демпфірування

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} \quad \text{і} \quad 2n = \frac{\alpha}{m}.$$

Тепер рівняння руху двигуна має вигляд

$$\ddot{x} + 2n\dot{x} + \omega_0^2 x = 0,5 \cos 5t.$$

Як відомо з курсу теоретичної механіки, дія вібрації на фундамент зменшиться, якщо виконується умова

$$\omega \gg \sqrt{2}\omega_0,$$

причому чим більша різниця, тим більша ефективність віброізоляції, а при різниці частот в 4 рази вібрації гасяться майже повністю. З даної умови визначимо жорсткість пружини амортизатору

$$\omega = 4\omega_0 = 4\sqrt{\frac{c}{m}} \Rightarrow \frac{c}{m} = \frac{\omega^2}{16} \Rightarrow c = \frac{m\omega^2}{16} = \frac{90 \cdot 5^2}{16} = 140,6 \text{ (Н/м)}.$$

Далі слід визначити параметри демпфера. Відомо, що чим менший коефіцієнт відносного демпфірування ν

$$\nu = \frac{n}{\omega_0},$$

тим більш ефективно віброізоляція. Але дуже малі значення ν призводять до значних амплітуд коливань при резонансі, тому приймаємо

$$\nu = 0,5$$

і знаходимо параметри демпфера: коефіцієнт демпфірування

$$n = \nu\omega_0 = \frac{\nu\omega}{4} = \frac{0,5 \cdot 5}{4} = 0,625$$

і коефіцієнт внутрішнього тертя рідини демпфера

$$\alpha = 2nm = 2 \cdot 0,625 \cdot 90 = 112,5 \text{ (Н} \cdot \text{с/м)}.$$

Ступінь ефективності запропонованого пристрою характеризує *коефіцієнт віброізоляції* K_R – відношення амплітудного значення сили R , що діє на фундамент, до амплітудного значення зовнішньої сили F_0

$$K_R = \frac{R_0}{F_0} = \frac{\sqrt{1 + 4\nu^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + 4\nu^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} = \frac{\sqrt{1 + 4 \cdot 0,5^2 \cdot 4^2}}{\sqrt{(1 - 4^2)^2 + 4 \cdot 0,5^2 \cdot 4^2}} = 0,265.$$

Максимальна дія на фундамент складатиме 26,5% зовнішньої сили.

Завдання до самостійної роботи № 4

Задача 1. Електричний двигун маси m кг знаходиться під дією гармонічної збудованої сили $F = F_0 \cos \omega t$ Н, що викликана незрівноваженістю його обертових мас. Розробити віброізолятор для зменшення дії вібрацій на фундамент з коефіцієнтом відносного демпфірування ν . Дані до розрахунку взяті з табл. 4.3.

Таблиця 4.3

N	$F_0, \text{Н}$	$m, \text{кг}$	$\omega, \text{рад/с}$	ν
1	10	20	8	0,1
2	20	25	9	0,2
3	30	30	10	0,3
4	40	35	11	0,4
5	50	40	12	0,5
6	60	45	13	0,1
7	70	50	14	0,2
8	80	55	15	0,3
9	90	60	16	0,4
10	100	65	17	0,5
11	15	70	18	0,1
12	25	75	19	0,2
13	35	80	20	0,3
14	45	85	21	0,4
15	55	90	22	0,5
16	65	20	8	0,1
17	75	25	9	0,2
18	85	30	10	0,3
19	95	35	11	0,4
20	105	40	12	0,5
21	60	45	13	0,1
22	70	50	14	0,2
23	80	55	15	0,3
24	90	60	16	0,4
25	100	65	17	0,5
26	60	70	18	0,1
27	70	75	19	0,2
28	80	80	20	0,3
29	90	85	21	0,4
30	100	90	22	0,5

Лабораторна робота № 4
ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ШУМУ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ

Мета роботи: навчитися визначати рівень шуму на робочих місцях та обирати ефективні методи до його зниження.

Прибори та інструменти: джерело шуму (розривна машина УМ-5), шумомір АТТ-9000, шумопоглинальні екрани.

Теоретична частина

Головною ознакою сучасного виробництва є істотне зростання інтенсивності шумів, що є результатом впровадження в промисловість нових технологічних процесів, матеріалів, росту потужності устаткування і машин. Тому захист людини від шуму є однією з найбільш актуальних проблем охорони праці, адже шум на виробництві наносить великий економічний і соціальний збиток, викликає подразливу дію, прискорює процес стомлення, послаблює увагу і психічні реакції, що призводить до зниження продуктивності праці і збільшення випадків виробничого травматизму.

За даними Держкомстату України в структурі професійних захворювань близько 20% приходить на захворювання органу слуху. Виробничий шум є небезпечним для здоров'я працівника, якщо його інтенсивність перевищує певний рівень. Санітарні норми шуму у виробничих приміщеннях наведені в табл. 4.2.

Сприйняття людиною шуму є суцільно індивідуальним і залежить від віку, стану здоров'я і характеру трудової діяльності. Більший вплив шум чинить на людей зайнятих розумовою працею, чим фізичною. Особливо турбує людину шум незрозумілого походження, що виникає в нічний час доби.

З фізичної точки зору шум – хвильовий процес, який характеризується силою, частотою, інтенсивністю, амплітудою коливання, звуковим тиском і швидкістю. З фізіологічної точки зору це будь-який звук, що негативно сприймається людиною. Мінімальні і максимальні межі коливання, що сприймаються вухом людини, називаються звуковим порогом. Людське вухо сприймає звукові коливання в діапазоні від 16 до 20 000 Гц.

За природою виникнення всі шуми можна розділити на:

1. *Механічні* – виникають через тертя в деталях механізмів при їх відносному русі або ударні процеси (кування, штампування, клепка).
2. *Аеродинамічні* – виникають в результаті руху газу або при обтіканні газовими (повітрям) потоками різних тел. Їх причинами є вихрові

процеси і пульсації робочого середовища, вони характеризуються дуже високим рівнем звуку.

3. *Гідравлічні* – виникають внаслідок стаціонарних і нестаціонарних процесів в рідинах (кавітація, турбулентність, гідравлічні удари).

4. *Електромагнітні* – виникають в електричному обладнанні, причиною найчастіше є ефект магнітострикції.

Для виміру рівня звуку на робочих місцях використовуються шумоміри, що складаються з вимірювального мікрофону, підсилювача, електричного ланцюга з фільтрами і вимірювального детектора з трьома часовими характеристиками (повільно, швидко, імпульс).

Виміри проводяться на постійних робочих місцях, а також на місцях тривалого перебування працівників. Шум сприймається за допомогою мікрофону, який перетворює звукові коливання в електричні. При проведенні вимірів шуму мікрофон необхідно розташовувати на висоті 1,5 м над рівнем підлоги або робочого майданчика (якщо робота виконується стоячи) або на висоті вуха людини, що піддається дії шуму (якщо робота виконується сидячи). Мікрофон має бути видалений не менш, ніж на 0,5 м від людини, що проводить виміри.

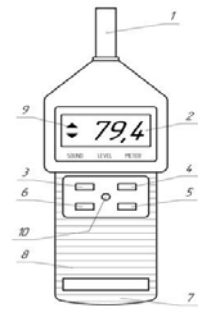


Рис. 4.6. Конструкція шумоміру АТТ-9000 [14]

Вимір шуму на робочих місцях проводиться при роботі не менше 2/3 одиниць технологічного устаткування, але при цьому мають бути включені всі найбільш потужні джерела шуму. В лабораторній роботі використовується шумомір АТТ-9000 (рис. 4.6).

Шумомір АТТ-9000 призначений для виміру рівня звуку з частотою від 31,5 Гц до 8 кГц в діапазоні його сили від 30 до 130 дБ. Прилад має режими *Fast* (вимір шумів, що швидко змінюються) і *Slow* (постійні шуми), фіксацію максимальних значень, його чутливість складає 0,1 дБ. Шумомір також має дві шкали для вимірів рівня звуку: *A* – працює в діапазоні часто, що сприймаються людським вухом, використовується для вимірів шумів навколишнього середовища, і *C* – для виміру шумів, створюваних технологічним обладнанням.

Для виконання вимірів рівня звуку перемикач 4 слід встановити в положення *A* або в положення *C* і за допомогою перемикача 6 обрати діапазон вимірів так, щоб мінімізувати допуски відліків. Якщо в лівому куті дисплея встановлено індикатор виходу за межі діапазону вимірів 9. Він відображає символ «A» або символ «C» якщо обрані межі

діапазону в децибелах перевищують виміряне значення, або нижче за нього. В такому випадку перемикачем 6 слід змінити діапазон вимірів.

Залежно від часових характеристик вимірюваного звуку перемикач 5 слід встановити або в положення *Fast* або *Slow*, після чого направити мікрофон на джерело шуму. При цьому на дисплеї висвітлиться результат виміру в децибелах (дБ).

Якщо при вимірах рівня звуку виникає необхідність запам'ятати максимальне (пікове) значення на дисплеї, перемикач 5 слід встановити в положення «*Max. hold*» фіксації максимальних значень.

Порядок виконання роботи

1. Увімкнути двигун розривної машини УМ-5 і без використання звукоізоляції виміряти рівень шуму L на відстані 1, 2, 3, 4 і 5 м на висоті 1,5 м від підлоги. За отриманими результатами побудувати графік залежності сили звуку від відстані до джерела.

2. Встановити звукоізолюючу перегородку і знову провести виміри рівня шуму $L_{пер}$ від даного джерела на тих же відстанях і тій же висоті. Побудувати графік залежності сили звуку $L_{пер}$ від відстані до джерела в тих же координатах.

3. Визначити ефективність установки звукоізолюючої перегородки по формулі

$$L_{ef} = L - L_{пер}$$

4. Визначити коефіцієнт поглинання шуму по формулі

$$\gamma = \frac{1}{2\delta} \ln \frac{L}{L_{пер}},$$

де δ – товщина перегородки.

5. Результати вимірів і розрахунків занести до табл. 4.4.

Таблиця 4.4.

	1 м	2 м	3 м	4 м	5 м
Рівень шуму L , дБ					
Рівень шуму $L_{пер}$, дБ					
Коефіцієнт δ , м ⁻¹					

Питання для самоконтролю

1. Якими параметрами характеризується шум?
2. Як шум впливає на самопочуття людини?
3. Наведіть класифікацію шумів за частотними характеристиками.
4. Наведіть класифікацію шумів за спектральним составом.
5. Що називається ультразвуком, коли він виникає?
6. Що таке інфразвук, який вплив він здійснює на людину?
7. Опишіть конструкцію і принцип дії шумоміра.

МОДУЛЬ 2. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

РОЗДІЛ 5. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

5.1. Загальні відомості про процес горіння

Горіння – хімічна реакція окислення, яка супроводжується виділенням тепла та світла. Для виникнення горіння необхідна одночасна присутність трьох наступних компонентів:

1. *Горючої речовини* – будь-якої твердої, рідкої чи газоподібної речовини, здатної до окислення з виділенням світла та теплоти.
2. *Окислювача* – ним можуть бути кисень, хлор, фтор, сірка та речовини, що містять кисень і здатні виділяти його при нагріванні, ударі чи у природних умовах.
3. *Джерела запалювання* – відкриті (полум'я, іскри, розжарені предмети) та закриті (хімічні реакції, адсорбція, мікробіологічні процеси, тертя) джерела теплоти, що можуть викликати горіння.

Перші два компоненти разом утворюють горючу систему, яка може бути хімічно однорідною (горюча речовина й повітря рівномірно перемішані) і хімічно неоднорідною (горюча речовина і повітря мають межі поділу).

Залежно від складу горючої системи горіння буває двох видів:

Повне – протікає при достатній кількості окислювача;

Неповне – протікає при нестачі окислювача з утворенням горючих і токсичних речовин.

Процес горіння може протікати в наступних формах:

1. *Загорання* – горіння під дією джерела запалювання;
2. *Спалах* – швидке, короткочасне загорання суміші повітря з горючими парами або газами, що відбувається при піднесенні полум'я, розпеченого тіла або іскри. Він відбувається при температурі, що називається температурою спалаху пари. Кількості тепла, що виділяється при спалаху, виявляється недостатньою для продовження горіння. Основною характеристикою є *температура спалаху* – найменша температура, при якій утворюється суміш горючих газів або пари з повітрям спалахує при піднесенні полум'я.
3. *Самозагорання* – різке підвищення швидкості екзотермічних реакцій, що призводить до горіння речовини. Залежно від причини, буває:
 - *хімічне* – теплота, що виділяється в результаті самоокислення, не передається в навколишнє середовище, що приводить до поступового підвищення температури горючої речовини до температури самозапалювання. Так може зайнятися вологе кам'яне вугілля в штабелі, промаслена драгтя в купі;

- *мікробіологічне* – самозаймання вологих рослинних продуктів в результаті інтенсивної діяльності мікроорганізмів (при певній температурі й вологості), що приводить до підвищення температури до 70°C. За цієї температури мікроорганізми гинуть, а їх розкладання супроводжується подальшим підвищенням температури, початком самоокислення речовини і ще більшим ростом температури. Так можуть зайнятися стіг сіна, ошурки в купі;

- *теплове* – виникає в наслідок самонагрівання, яке зумовлюється процесами окислення, розкладу і зовнішнього нагрівання.

4. *Запалення* – загоряння, що супроводжується появою полум'я. Характеризується температурою займання – найменшою температурою речовини, при якій вона виділяє горючу пару зі швидкістю, достатньою для підтримання стійкого горіння.

5. *Самозаймання* – самозагоряння, що супроводжується появою полум'я. Можливе лише коли кількість тепла, що виділяється при окисленні, перевищує віддачу тепла в навколишнє середовище. Основними характеристиками є:

- температура самозаймання – найнижча температура речовини, при якій виникає різке підвищення швидкості екзотермічних реакцій, яке закінчується горінням з полум'ям;

- період індукції – проміжок часу від початку окислення до загоряння.

6. *Вибух* – процес вивільнення великої кількості енергії в обмеженому об'ємі за короткий проміжок часу. Супроводжується утворенням стиснутих газів, здатних виконувати роботу. Здатність горючих сумішей до вибуху характеризується інтервалом від нижньої до верхньої межі запалювання суміші. Поза даним інтервалом вибуху не відбувається через нестачу горючої речовини або окислювача.

Горіння, що вийшло з під контролю, називається **пожежею**. Сукупність продуктів горіння й незгорілих твердих і рідких часток, що перебувають у зваженому стані, називають димом. Складовими диму можуть бути токсичні речовини – оксиди азоту, фосген, ціанід водню, оксид миш'яку III - які небезпечні для людини й тварин.

Небезпечними факторами пожежі є відкритий вогонь та іскри, підвищена температура іскри та предметів, токсичні продукти горіння, дим, знижена концентрація кисню, завалені і пошкоджені будови, спорудження, установки, вибух.

5.2. Класифікація приміщень та матеріалів

Пожежна безпека будинків і споруд залежить від властивостей матеріалів, з яких вони побудовані. Відповідно до вимог ДСТУ 2272-93 будівельні матеріали по займистості діляться на три групи:

1. *Неспалимі* – матеріали, які під дією вогню або високої температури не займаються, не жевріють і не обвуглюються. До них відносять всі природні й штучні неорганічні матеріали, гіпсові й гіпсоволокнисті плити при вмісті органічної маси менше 8%, мінеральні плити при вмісті синтетичного, бітумного або крохмального зв'язування менше 6% по масі, а також застосовувані в будівництві матеріали.

2. *Важко займисті* – матеріали, які під дією вогню або високої температури запалюються, жевріють, обвуглюються, продовжують горіти або жевріти при наявності джерела вогню, а після його видалення горіння або тління припиняється. До них відносять матеріали, що складаються з неспалимих і спалимих складових, наприклад, асфальтобетон, гіпсові й бетонні деталі з органічними заповнювачами, цементний фіброліт, деревина, піддана глибокому просоченню антипірогенами, повсть, вимочена в глиняному розчині, полімерні матеріали.

3. *Спалимі* – матеріали, які під впливом вогню або високої температури запалюються або жевріють і продовжують горіти або тліти після видалення джерела вогню (деревина, бітум, гудрон, повсть, папір, картон, декоративно-будівельні пластики).

Рідини, що можуть зберігатися у виробничих приміщеннях, у свою чергу поділяються на два типи:

легкозаймисті – рідини, які мають температуру спалаху, що не перевищує 61°C у закритому тиглі і здатні самостійно горіти після видалення джерела запалювання;

спалимі – рідини, які мають температуру спалаху понад 61°C у закритому тиглі і здатні самостійно горіти після видалення джерела запалювання.

Важливою характеристикою будівельних конструкцій є вогнестійкість. Під вогнестійкістю розуміють опір будівельних матеріалів конструкцій впливу вогню. Характеризується межею вогнестійкості та межею поширення вогню.

Межа вогнестійкості – час у годинах від початку випробування до виникнення одного з граничних станів елементів та конструкцій: утворення в конструкції наскрізних тріщин; підвищення температури вище допустимого значення на поверхні конструкції, що не нагрівається; втрата конструкцією несучої або теплоізолюючої спроможності.

Межа вогнестійкості залежить від матеріалу й розмірів конструкції, а також від способу захисту її від вогню. Наприклад, межа вогнестійкості дерев'яної стіни товщиною 10 см, оштукатуреної з двох

сторін – 0,6 години, цегельної перегородки товщиною 6,5 см – 0,75 години, цегельної стіни товщиною 38 см – 11 годин.

Межа поширення вогню – максимальний розмір пошкоджень у сантиметрах обвуглення або вигорання матеріалу, а також опалювання термопластів, визначений візуально.

Згідно вимог ОНТП 24-86 вибухопожежна небезпека виробництв, будівель та споруд оцінюється з врахуванням властивостей та кількості матеріалів, що там знаходяться. Всі приміщення за даною класифікацією поділяються на 5 категорій:

Категорія А – горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28°C в кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазові суміші, вибухати або горіти при контакті з водою, киснем або між собою з надлишковим тиском вибуху понад 5 кПа.

Категорія Б – горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C в кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні суміші з надлишковим тиском вибуху понад 5 кПа.

Категорія В – легкозаймисті, спалимі та важко спалимі рідини, тверді спалимі та важко спалимі матеріали, здатні при контакті з водою, киснем або між собою лише горіти за умови, що приміщення, де вони зберігаються або використовуються, не належать до категорій А і Б.

Категорія Г – неспалимі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням тепла, іскор, полум'я, горючих газів.

Категорія Д – неспалимі речовини та матеріали в холодному стані.

Згідно категорій приміщень формуються вимоги до планувальних рішень будівель і споруд відносно їх вогнестійкості.

5.3. Вогнегасні речовини

Основними вогнегасними речовинами є вода, хімічна й повітряно-механічна піни, водяні розчини солей, інертні й негорючі гази, водяна пара, сполуки й порошки, що гасять.

Вода – найбільш дешева і поширена вогнегасна речовина. Порівняно з іншими речовинами, має найбільшу теплоємність, тому придатна для гасіння більшості горючих речовин. При випаровуванні води утворюється велика кількість пари (1 літр води дає 1 725 літрів пари), що ускладнює доступ повітря до осередку горіння. Крім того, сильний струмінь води може збити полум'я, забезпечивши гасіння пожежі. Ефект тушіння при гасінні водою може бути підвищений шляхом подачі її в розпиленому стані. Тонко-розпиленою водою ефективно гасяться палаючі тверді речовини й матеріали, горючі

рідини. За такого гасіння знижується витрата води, мінімально намокають і псуються матеріали, знижується температура в осередку горіння й осаджується дим. Для гасіння речовин, що погано змочуються водою (бавовна, торф), у воду додають спеціальні змочувачі.

Підприємства, установи, будівельні площадки, навчальні заклади повинні мати постійне протипожежне водопостачання, що забезпечить подачу води до місця пожежі в будь-який час доби в необхідній кількості. Витрата води залежить від ступеня вогнестійкості будинку. Діаметр зовнішніх протипожежних водопроводів повинен бути не менш 100 мм. На водопровідних лініях уздовж доріг і проїздів через кожні 100 м і не ближче 5 м від стін будинку розміщують пожежні гідранти. Це водозабірні пристрої, розташовувані під землею (у спеціальних колодязях) або над землею. Під час забору води до гідранта приєднують пожежна колонка. Місця установки гідрантів позначають спеціальними покажчиками (рис. 5.1). Символ ПК означає пожежний колодязь, цифра – відстань у метрах, а стрілки – напрямом.



Рис. 5.1. Позначення пожежних колодязів

У виробничих будинках обладнують протипожежний водопровід з пожежними кранами на висоті 1,35 м від підлоги, продуктивністю не менш $0,005 \text{ м}^3/\text{з}$ і напором 0,6 МПа (6 атмосфер). Для внутрішніх пожежних кранів застосовують тканеві негумовані рукави діаметром 51 і 66 мм, довжиною 10 і 20 м.

Водою не можна гасити легкозаймисті рідини (гас, бензин), оскільки її густина більша, вода накопичується знизу, збільшуючи площу горіння.

Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м^3 і невеликих загорянь на відкритих установках. Пара зволожує горючі матеріали і знижує концентрацію кисню. Вогнегасна концентрація пари у повітрі складає 35% від загального об'єму. Як зазначалося раніше, з 1 літру води утворюється 1 725 літрів водяної пари, яку доцільно застосовувати для гасіння пожеж на великих підприємствах, що мають потужне паросилове господарство.

Водні розчини солей (бікарбонат натрію, хлорид кальцію, глауберова сіль, аміачно-фосфорні солі) застосовуються для гасіння речовин, які погано змочуються водою (бавовна, деревина, торф). Солі, випадаючи з водяного розчину, утворюють на поверхні палаючої речовини ізолюючі плівки. При розкладанні солей виділяються негорючі гази, які ізолюють об'єкт горіння від доступу повітря.

Хімічна піна утвориться при взаємодії лужного й кислотного розчинів у присутності піноутворювача (84% нафтового контакту, 5% кістового клею, 11 % етилового спирту і каустичної соди). При цьому виходить двоокис вуглецю. Дія хімічної піни полягає в утворенні плівки, яка знижує температуру горіння, а також в утворенні негорючих парів і газів, що витискають повітря з зони горіння.

Повітряно-механічна піна являє собою суміш повітря (90%), води (7%) і піноутворювача ОП-1 (3%) і характеризується своєю кратністю. Піну звичайної кратності (20) одержують за допомогою повітряно-пінних стовбурів. Зараз у практиці гасіння пожеж знаходиться застосування піна високої кратності (понад 200), як більше об'ємна і така, що зберігається. Вона утворюється в спеціальних генераторах, де повітря не всмоктується, а подається під певним тиском.

Інертні та негорючі гази (двоокис вуглецю і азот) знижують концентрацію кисню в осередку горіння і гальмують інтенсивність горіння. Інертні гази застосовують у порівняно невеликих по об'єму приміщеннях. Відносна концентрація інертних газів при гасінні в закритих приміщеннях становить 31...36% від об'єму приміщення. Двоокис вуглецю є незамінним засобом для швидкого гасіння пожежі. Внаслідок розширення при випуску відбувається сильне охолодження й утворюються білі пластівці твердого двоокису вуглецю. В осередку горіння він випаровується, знижуючи температуру й зменшуючи концентрацію кисню.

Вогнегасні сполуки – речовини, дія яких заснована на хімічному гальмуванні реакції горіння. Однією з таких сполук є хладон 13У1 (трифторбромметан), також застосовуються сполуки на основі бромистого етилену (3,5; 4НД7; СЖБ, 5Ф). Цифри 3,5 і 7 означають, що ці сполуки 3,5 і 7 разів ефективніші за двоокис вуглецю. Ці сполуки мають більшу густину, що підвищує ефективність пожежегасіння, а низькі температури замерзання дозволяють використати їх при низьких температурах повітря.

Вогнегасні порошки – подрібнені мінеральні солі з різними добавками, що перешкоджають їх змішуванню та утворенню грудок. Застосовуються для гасіння пожеж твердих речовин, різних класів горючих рідин, газів, металів та обладнання, які знаходяться під дією

електричної напруги. Розрізняють порошки загального й спеціального призначень. Основною сполукою порошку ПСБ є бікарбонат натрію; порошку ПФ – діамоній фосфат; П-1А – амофос; СИ-2 – силікагель, насичений хлоридом 114У2 та інші.

5.4. Засоби виявлення пожеж

Однією з умов успішного гасіння пожежі є швидке виявлення загоряння, своєчасне повідомлення пожежної команди про пожежу й місце його виникнення.

Найпоширенішим засобом пожежної сигналізації є телефонний зв'язок. Біля кожного телефону повинен бути чіткий напис із вказівкою способу виклику й номера найближчої пожежної команди. Якщо телефон включений в АТС, то виклик пожежної команди здійснюється набором номера 101. Це так звана зовнішня сигналізація. Часто на підприємствах обладнується загальна звукова сигналізація (сирена, гудок). Найбільш досконалим видом є електрична пожежна сигналізація (ЕПС). Вона включає в себе:

1. *Оповісники* – автоматичні пристрої, що сприймають та аналізують контрольовану величину, перетворюють її в електричний сигнал, і у випадку досягнення даною величиною критичного значення подають сигнал про пожежу;
2. *Приймну станцію* – одержує сигнали про пожежу від оповісників;
3. *Мережу*, що з'єднує приймну станцію з оповісниками.

Залежно від способу включення оповісників ЕПС діляться на променеву й шлейфову. При променевій схемі включення оповісники підключаються до прийомної станції парою проводів, що утворюють



Рис. 5.2. Променева пожежна станція: 1 – оповісник, 2 – сполучні проводи, 3 – прийомна станція [10]

При шлейфовій (кільцевій) ЕПС оповісники включаються в один загальний провід послідовно. Початок і кінець проводу включені

в прийомну станцію. На один шлейф може бути включено до 50 оповісників.

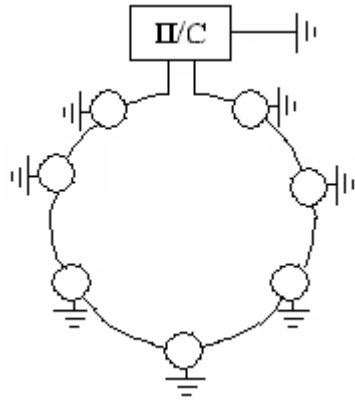


Рис. 5.3. Шлейфова (кінцева) пожежна станція [10]

Пожежні оповісники ділять на прилади ручної та автоматичної дії. *Оповісники ручної дії* бувають кнопкові й кодові: перші видають при натисканні дискретний сигнал, що надходить на прийомну станцію, другі – після передачі певного коду. Оповісники встановлюють в коридорах, на сходах, в інших місцях постійного знаходження людей.

Недолік ручної системи електричної сигналізації полягає в тому, що повідомлення про пожежу може бути передано тільки після її виявлення.

Автоматичні оповісники дозволяють виявити загоряння в момент його виникнення і передати повідомлення в пожежну частину. Залежно від аналізованого параметра автоматичні оповісники бувають:

1. **Теплові** – реагують на температуру в приміщенні. За типом чутливого елементу поділяються на біметалеві, напівпровідникові та терморпарні. За принципом дії теплові оповісники діляться на максимальні, диференціальні й максимально-диференціальні.

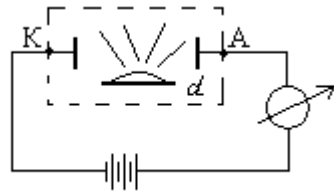
Максимальні оповісники спрацьовують при підвищенні температури повітря до температури налаштування, яка лежить в діапазоні від 20 до 120°C незалежно від швидкості її наростання. Чутливим елементом є біметалічна пластина, що замикає ланцюг сигнального реле при нагріванні до певної температури.

Диференціальні оповісники спрацьовують при певній швидкості наростання температури (5 – 10°C у хвилину). Чутливим елементом є терморпара, що має інерційний (холодний) і малоінерційний (гарячий) спаї. Оскільки вони нагріваються з різними швидкостями, то в ланцюзі з'являється термо-ЕРС (ефект Зеебека) і спрацьовує система сигналізації.

Максимально-диференціальні оповісники спрацьовують як при певній швидкості наростання температури, так і при досягненні її граничної величини, тому є найбільш точними і надійними.

2. **Димові** – поділяються на іонізаційні й фотоелектричні. Чутливим елементом в *димових іонізаційних оповісниках* є іонізаційна камера у

вигляді сітки. Джерело α -частинок (їхній пробіг у повітрі порядку 10 см) іонізує повітря, що викликає струм між електродами. При наявності диму струм іонізації зменшується, оскільки частки диму

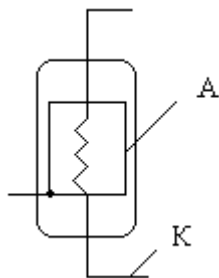


перешкоджають руху іонів між електродами, і оповісник спрацьовує. У оповіснику РИД-1 використовується радіоактивний плутоній-239 (рис. 5.4).

Рис. 5.4. Схема іонізаційного димового оповісника [10]

Фотоелектричні димові оповісники (ИДФ-1М, ДИП-1) працюють на принципі розсіювання частками диму теплового випромінювання. У приміщеннях з рівною стелею димові оповісники встановлюють при висоті стелі 3,5...6,5 м по одному на кожні 70 м², при висоті 6,5...10 м – по одному на кожні 65 м². На стелі з висотою виступів 0,2...0,35 м загальна площа на один оповісник зменшується на 20%.

Процес горіння супроводжується виділенням променистої енергії. У світлових оповісниках чутливим елементом є лампи СПУ-1, СПУ-2 або СФК-1. Це лічильники фотонів – газонаповнені лампи, катод яких виконаний у вигляді спірального, а анод у вигляді циліндра



(рис. 5.5). Якщо фотонів нема, то лічильник не освітлений, опір між електродами високий і струм не проходить. При освітленні лічильника фотони іонізують атоми газу між електродами. Під дією прикладеної різниці потенціалів починається спрямований рух заряджених часток: іонів - до катода, а вільних електронів - до анода. У ланцюзі з'являється струм і оповісник спрацьовує.

Рис. 5.5. Схема фотоелектричного оповісника [10]

Ультразвуковий оповісник ФИКУС-МП випромінює хвилі в контрольоване приміщення. Приймач коливань у вигляді мікрофона перетворює їх в електричний сигнал. При наявності в приміщенні коливних об'єктів (палум'я) відбиті від нього ультразвукові коливання мають частоту, відмінну від випромінюваної (ефект Допплера). Різниця в частотах випромінюваного й прийнятого сигналів у вигляді електричного струму виділяється схемою блоку й підсилюється, що приводить до спрацьовування реле прийомної станції. Контрольована

площа до 1 000 м², недолік – можливість помилкових спрацьовувань і висока вартість.

Світлові оповісники працюють на принципі перетворення ультрафіолетового випромінювання відкритого полум'я в електричну енергію. Вони реагують на УФ-випромінювання з довжиною хвилі 300...2000 нм і призначаються для контролю об'єктів з нормальною освітленістю.

З числа прийомних станцій найпоширенішими є станція ТПО-10/100 (тривожна променева оптична). Вона допускає включення як ручних так і автоматичних оповісників. Також випускається промисловістю прийомна станція пожежної сигналізації «Комар-сигнал 12 АМ».

5.5. Методи гасіння пожеж

В сучасній практиці використовується два методи гасіння пожеж – фізичний і хімічний.

Фізичний метод гасіння пожеж реалізується наступними шляхами:

1. *Охолодження* – відведення тепла із зони горіння, яке здійснюється через зрошення горючих речовин, перемішування їх шарів або евакуацію горючих речовин та матеріалів з зони горіння.
2. *Розрідження* – збільшення теплоємності горючої системи, яке здійснюється через об'ємне розрідження окиснювача або горючих речовин інертними газами та паром.
3. *Ізоляція* осередку горіння від повітря шляхом механічного відриву полум'я повітряною ударною хвилею, ізоляцією поверхонь горючих речовин за допомогою води, піни чи кошми, або евакуацією горючих речовин.

Хімічний метод гасіння пожеж реалізується за допомогою флегматизації процесу горіння, яка полягає у розрідженні горючої пило-, газо- та пароповітряної системи а також зрошення поверхонь горючих матеріалів флегматизуючими речовинами.

Практичне заняття № 5

ВИБІР ТИПІВ ТА КІЛЬКОСТІ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖЕГАСІННЯ

Мета заняття: засвоїти алгоритм вибору первинних засобів гасіння пожеж для виробничих приміщень.

Задача 1. Для дільниці технічного обслуговування і поточного ремонту (ТО і ПР) легкових автомобілів, що має довжину $a = 30$ м і ширину $b = 20$ м, виконати розрахунок засобів первинного гасіння пожеж.

Розв'язання

Визначаємо площу підлоги дільниці (ТО і ПР) автомобілів:

$$S = ab = 30 \cdot 20 = 600 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Вибір типу та визначення потрібної кількості вогнегасників здійснюється згідно *Додатку И* залежно від їх вогнегасної спроможності, граничної площі, і класу пожежі горючих речовин: *клас А* – пожежі твердих речовин органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір); *клас В* – пожежі горючих рідин або твердих речовин, які розтоплюються; *клас С* – пожежі газів; *клас D* – пожежі металів та їх сплавів; *клас (Е)* – пожежі, пов'язані з горінням електроустановок.

В *Додатку И* знаком «++» позначені рекомендовані до оснащення даного об'єкту вогнегасники, а знаком «+» – вогнегасники, застосування яких дозволяється у разі відсутності рекомендованих.

Визначаємо тип приміщення і клас пожежі. Дільниця ТО і ПР належить згідно вимог ОНТП 24-86 до категорії В (розділ 5.2) з можливими пожежами класів А, В і Е. Згідно *Додатку И* в такій комбінації рекомендованими вогнегасниками є пінний місткістю 10 л (2 штуки) або порошковий місткістю 10 л (1 штука) або вуглекислотний місткістю 10 л (2 штуки) на 200 м² захищеної площі. В нашому випадку кількість вогнегасників слід помножити на 3.

При можливих комбінованих пожежах на виробництві перевага у виборі вогнегасника надається більш універсальному щодо області застосування. Пінним вогнегасником не можна гасити електричне обладнання, а вуглекислотним – спирт, ацетон та інші рідини, що розчиняють вуглецеву кислоту. В даному випадку найбільш універсальним і самим дешевим є порошковий вогнегасник, тому остаточно приймаємо **вогнегасник порошковий ОП-10 – 3 штуки.**

Окрім вогнегасників встановлюємо бочку з водою місткістю 0,4 м³ (400 л) із розрахунку 200 л на 300 м² захищеної площі. Бочка комплектується відром не менше місткістю 0,008 м³ (8 л).

Включаємо до комплекту засобів пожежогасіння також ящик із піском місткістю 0,5 м³, укомплектований совковою лопатою.

Завдання до самостійної роботи № 5

Для вказаного виробничого приміщення, що має довжину a і ширину b , визначити тип і розрахувати кількість первинних засобів гасіння пожеж. Дані до розрахунку взяти з табл. 5.1.

Таблиця 5.1

№	Тип приміщення	a , м	b , м
1	Навчальна аудиторія	15	8
2	Дільниця миття автомобілів	35	20
3	Дільниця ТО і ПР	30	15
4	Агрегатний цех	45	30
5	Книгосховище	40	25
6	Гарячий цех	60	35
7	Дільниця фарбування автомобілів	40	20
8	Склад мастильних матеріалів	30	30
9	Склад гофро-тарної продукції	40	25
10	Кабінет хімії	10	5
11	Холодний цех	45	30
12	Електрощитова	10	8
13	Слюсарна майстерня	33	30
14	Дільниця механічної обробки матеріалів	40	35
15	Шиномонтажна дільниця	30	15
16	Приміщення зберігання автомобілів	40	20
17	Столярна майстерня	35	15
18	Дільниця з ремонту електричних систем автомобілів	40	15
19	Дільниця миття автомобілів	40	30
20	Дільниця ТО і ПР	35	20
21	Агрегатний цех	45	25
22	Книгосховище	70	30
23	Гарячий цех	28	20
24	Дільниця фарбування автомобілів	50	35
25	Склад мастильних матеріалів	40	15
26	Склад гофро-тарної продукції	35	20
27	Кабінет хімії	12	8
28	Холодний цех	25	15
29	Електрощитова	20	10
30	Слюсарна майстерня	45	40

Лабораторна робота № 5
ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ ПЕРВИННИХ
ЗАСОБІВ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

Мета роботи: ознайомитись з класифікацією, конструкцією та принципом дії первинних засобів гасіння пожеж, отримати навички застосування вогнегасників різних типів, вивчити конструкція спринклерної та дренчерної установок гасіння пожеж.

Прибори та інструменти: вогнегасник хімічний пінний, вогнегасник повітряно-пінний, вогнегасник вуглекислотний, вогнегасник порошковий.

Загальні відомості

Вогнегасник – засіб гасіння загорянь та невеликих пожеж на початковій стадії їх розвитку. За об'ємом вогнегасної речовини поділяються на малоємні (до 5 л), промислові ручні (від 5 до 10 л) і перевізні (понад 10 л). За масою вогнегасники діляться на переносні (до 20 кг) і пересувні (від 20 до 400 кг). Пересувні вогнегасники можуть мати одну або декілька ємностей з вогнегасною речовиною, змонтованих на візку.

За родом вогнегасної речовини поділяються на водяні, пінні (хімічні та повітряні), газові (вуглекислотні та хладонові), порошкові та комбіновані. В свою чергу водні вогнегасники поділяються по виду утворюваного струменя на вогнегасники з компактним струменем, з розпоросеним струменем (середній діаметр крапель понад 100 мкм) і вогнегасники з розпоросеним струменем малої дисперсності (середній діаметр крапель менше 100 мкм).

За принципом витіснення вогнегасної речовини вогнегасники підрозділяють на закачані, з балоном стисненого або зрідженого газу, з газогенеруючим елементом, з термічним елементом і з ежектором.

За величиною робочого тиску діляться на вогнегасники низького тиску (робочий тиск не більше 2,5 МПа при температурі 20°C) і вогнегасники високого тиску (робочий тиск понад 2,5 МПа при температурі 20°C). По можливості і способу відновлення технічного ресурсу вогнегасники підрозділяють на такі, що перезаряджаються і ремонтуються та однократної дії.

Хімічні пінні вогнегасники – найбільш поширений тип, який використовується для гасіння твердих горючих речовин та горючих легкозаймистих рідин. Оскільки піна проводить електричний струм, такими вогнегасниками не можна гасити електричне обладнання під напругою. Також не можна гасити калій, натрій, магній та їх сплави,

оскільки внаслідок взаємодії з водою, що міститься у піні, виділяється водень, який посилює горіння. Наявна у піні вода також псує цінне обладнання, речі та папери.

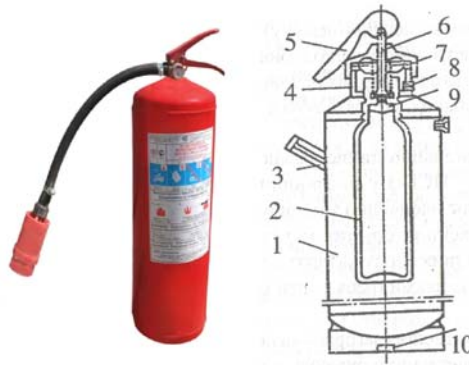
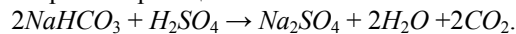


Рис. 5.6. Зовнішній вигляд та конструкція хімічного пінного вогнегасника ОХП-10 [11]: 1 – корпус, 2 – балон, 3 – бокова ручка, 4 – горловина, 5 – важіль, 6 – шток, 7 – кришка, 8 – клапан, 9 – запобіжник, 10 – нижня ручка

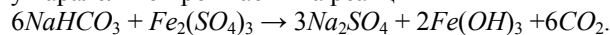
Найбільш поширеною маркою вогнегасників даного типу є ОХП-10, конструкція якого показана на рис. 5.6. Продуктивність такого вогнегасника складає 43...50 літрів при кратності піни 5...6 і довжині струменя до 6 м, ємність балона – 10 літрів, корисна ємність – 8,7 літри, маса в спорядженому стані – 14,5 кг.

Лужна частина заряду заливається в сталевий корпус. Вона складається з 8,5 л води, 400 г сухого гідрокарбонату натрію $NaHCO_3$ та 50 г піноутворювача. Кислотна частина заливається у поліетиленовий стакан, розміщений у верхній частині корпусу, і складається з 160 сірчаної кислоти H_2SO_4 і 290 г сірчаноокислого окисного заліза $Fe_2(SO_4)_3$.

Для приведення в дію вогнегасник слід зняти з кронштейна, встановити на підлогу, і, тримаючи лівою рукою за ручку 3 на корпусі, правою підняти важіль 5, повертаючи навколо осі до упору. При цьому стискається пружина всередині горловини 4 і клапан 9 відкриває горловину кислотного стакана. Після цього вогнегасник взяти правою рукою за рукоятку 3, а лівою за днище, на відстані 4 – 6 метрів від джерела загорання швидко перевернути його догори дном і енергійно трухнути. Кислотна частина при цьому змішується з лужною, в результаті чого протікає реакція



При цьому паралельно протікає інша реакція



В результаті реакцій виділяється вуглецевий газ, який заповнює порожнини в піні та створює надлишковий тиск всередині корпусу до 1,4 МПа, який і виштовхує піну з вогнегасника у вигляді струменя.

Гасіння загорання проводять від периферії до центра, час дії вогнегасника складає 60 с. За цей період утворюється велика кількість хімічної піни. Під час використання вогнегасника можливе потрапляння піни на шкіру та в очі. В цьому випадку слід промити постраждалі ділянки водою або 2% розчином борної кислоти.

Повітряно-пінні вогнегасники – по конструкції подібні до хімічних пінних вогнегасників, використовуються для гасіння різних твердих речовин і металів, за винятком лужних металів та електрообладнання під напругою, а також речовин, що горять без доступу повітря. Вогнегасники даного типу поділяються на ручні (ОВП-5 і ОВП-10) та стаціонарні (ОВП-100 і ОВП-250).

Зарядом у корпусі такого вогнегасника є 6%-ий водний розчин та піноутворювач ОП-1. Тиск у корпусі вогнегасника створюється стисненим вуглецевим газом, який знаходиться в спеціальному балоні всередині вогнегасника. Стиснений розчин через сифонну трубку потрапляє в розпилювач і дифузор, де відбувається утворення повітряно-механічної піни кратністю 60 у кількості 540 літрів. Час дії вогнегасника складає 45 с, його зовнішній вигляд і конструкція наведені на рис. 5.7.

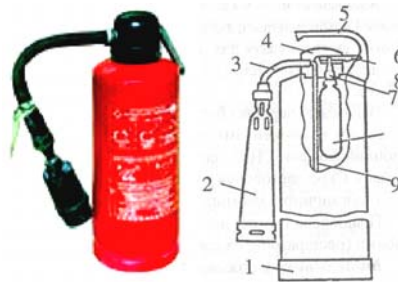


Рис. 5.7. Зовнішній вигляд та конструкція повітряно-пінного вогнегасника ОВП-10 [11]: 1 – корпус, 2 – дифузор, 3 – трубка, 4 – кришка, 5 – ручка, 6 – важіль, 7 – шток, 8 – балон, 9 – сифонна трубка

Вуглекислотні вогнегасники (рис.5.8) – газові вогнегасники, призначені для гасіння невеликих пожеж різних речовин і матеріалів, а також електроустановок, кабелів і дротів, що знаходяться під напругою до 1000 В. Не можна гасити ними спирт і ацетон, оскільки вони розчиняють вуглекислоту, а також речовини, що горять без доступу повітря.

Приводяться в дію треба такі вогнегасники вручну. Для цього слід зірвати пломбу, висмикнути чеку, повернути важіль на себе та направити струмінь заряду на вогонь.

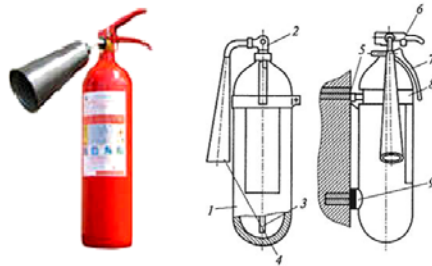


Рис. 5.8. Зовнішній вигляд та конструкція вуглекислотного вогнегасника ОУ-2 [11]: 1 – балон, 2 – обертовий розтруб, 3 – запірні голівка, 4 – сифонна трубка, 5 – гак, 6 – чека, 7 – ручка, 8 – хомут, 9 – упор

Через вентиль стиснена рідка вуглекислота потрапляє у патрубок, де адиабатно розширюється, за рахунок чого її температура знижується до -70°C . При переході вуглекислоти з рідкого стану у газоподібний її об'єм збільшується у 500 разів, при цьому внаслідок різкого охолодження утворюється снігоподібна речовина, яка при випаровуванні охолоджує джерело загорання та ізолює його від кисню.

Вуглекислотний вогнегасник слід тримати за ручку для уникнення обмороження рук, зберігати його подалі від джерел теплоти для запобігання саморозряду. Основні робочі характеристики вуглекислотних вогнегасників наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Технічні характеристики вуглекислотних вогнегасників

Показник	ОУ-2	ОУ-5	ОУ-8
Ємність балону, л	2	5	8
Маса заряду, кг	1,4	3,5	5,6
Час дії при 20°C , с	30	35	40
Довжина струменя, м	1,5	2	3,5
Робочий тиск, МПа	6	6	6
Повна маса, кг	7	15	20,7

Вуглекислотно-бромтилові вогнегасники (рис. 5.9) – газові вогнегасники, призначені для гасіння загорянь рідкого палива, твердих горючих речовин, речовин, що горять без доступу повітря або тліють (бавовна, ізоляційні матеріали), особливо цінного обладнання та електричних установок під напругою до 400 В. Надійно працюють в інтервалі температур від -60 до $+55^{\circ}\text{C}$.

В якості заряду застосовують речовину ЧНД, яка складається з 97% бромистого етилу $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ і 3% зрідженого вуглецевого газу. Стиснене повітря вводиться всередині вогнегасника для створення в ньому робочого тиску 0,86 – 0,90 МПа при температурі 20°C .

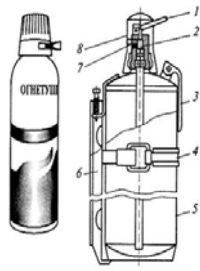


Рис. 5.9. Зовнішній вигляд та конструкція вуглекислотно-брометилового вогнегасника ОУБ-3 (ОУБ-7): 1 – пусковий важіль, 2 – запірна голівка, 3 – руків'я, 4 – кріплення, 5 – балон, 6 – кронштейн, 7 – розпилювач, 8 – запобіжний ковпак

При потраплянні до джерела запалення бромистий етил гальмує екзотермічну реакцію горіння. Ефективність вуглекислотно-брометилових вогнегасників майже у п'ять разів вища, ніж у вуглекислотних. Основні характеристики таких вогнегасників наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Технічні характеристики вуглекислотно-брометилових вогнегасників

Показник	ОУБ-3	ОУБ-7
Ємність балону, л	3	7
Маса заряду, кг	3,5	8
Час дії при 20°C, с	20	30
Довжина струменя, м	4	4
Робочий тиск, МПа	0,8	0,8

Хладонові вогнегасники (ОХ) та їх різновиди бромхладонові (ОБХ) та аерозольні хладонові (ОАХ) мають конструкцію, ідентичну до вуглекислотно-брометилових (рис. 5.9) та призначені для гасіння займань горючих рідин і електроустановок, що знаходяться під напругою до 400 В. Через невеликі габаритних розмірів ці вогнегасники використовуються для гасіння загорянь автотранспорту, судів і інших транспортних механізмів. Забороняється застосовувати хладонові вогнегасники для гасіння лужних металів.

Хладонові вогнегасники по ефективності гасіння перевершують вуглекислотні, тобто для гасіння пожежі достатньо меншого по масі і об'єму вогнегасника.

Заряд цих вогнегасників токсичний, тому гасити загоряння в закритих приміщеннях об'ємом менше 50 м³ слід через дверні або вентиляційні отвори. Після гасіння загоряння приміщення слід ретельно провітрити.

Для приведення в дію хладонових вогнегасників або їх різновидів слід піднести їх за ручку до вогнища пожежі і, натискаючи на кнопку або важіль замково-пускового пристрою, розкрити запобіжну мембрану і направити струмінь на полум'я.

Порошкові вогнегасники – призначені для гасіння горючих і легкозаймистих рідин, твердих горючих матеріалів, рідкоземельних металів, їх використовують при гасінні пожеж на об'єктах з великими

матеріальними цінностями (лабораторії, музеї, картинні галереї) та електричного обладнання, що знаходиться під напругою понад 380 В. Такі вогнегасники мають високу ефективність і у багатьох випадках можуть замінити більш дорогі вуглекислотні та пінні вогнегасники. Конструкція порошкового вогнегасника показана на рис. 5.10.

Вогнегасною речовиною у вогнегасниках даного типу є порошок ПСБ, який складається з бікарбонату натрію та аеросилу. Такі вогнегасники добре працюють при температурі від -50 до $+50^{\circ}\text{C}$.

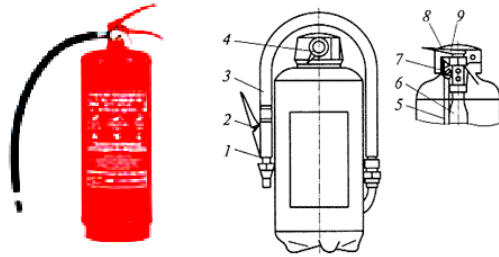


Рис. 5.10. Зовнішній вигляд та конструкція порошкового вогнегасника ОП-5 [11]: 1 – пістолет, 2 – важіль, 3 – рукав, 4 – пломба, 5 – сифонна труба, 6 – балончик, 7 – голка, 8 – корпус, 9 – чека

Для створення тиску в корпусі та викиду порошку служить стиснений газ (азот, двоокис вуглецю або повітря), який знаходиться в невеликому балончику 6 під тиском 15 МПа.

Для приведення вогнегасника до дії слід вдарити його голівкою об твердий предмет. При цьому голка 7 пробиває алюмінієву пробку балончика, в результаті чого вуглекислота потрапляє до корпусу і розріджує порошок, збільшуючи його текучість. Тиском газу в корпусі з насадки скидається ковпачок і порошок починає надходити з вогнегасника у вигляді струменя, що розширюється.

Окрім вогнегасників до первинних засобів гасіння пожеж належать **системи автоматичного пожежогасіння**, призначені для запобігання, обмеження розвитку, гасіння пожежі та захисту від неї людей і матеріальних цінностей. Такі системи забезпечують постійний контроль температури та задимленості у контрольованому приміщенні, подачу сигналу "Тривога" на пульт централізованого спостереження, вмикання звукових і світлових оповісників, закриття вогнестримувальних клапанів, вмикання системи видалення диму на шляхах евакуації людей і подачу вогнегасної речовини.

Системи автоматичного пожежогасіння поділяють за вогнегасною речовиною на газові (CO_2 , аргон, азот, хладони), водяні, пінні, водо-пінні (вода з піноутворювачем), порошкові (порошки спеціального хімічного складу), аерозольні (подібні до порошків, але

частки на порядок меншого розміру), розпилювальні та комбіновані системи.

Найбільше поширення серед автоматичних систем гасіння пожеж отримали водяні системи, які бувають двох типів:

1. *Спринклерні* – призначені для локального гасіння пожежі. Вони мають низьку чутливість і незалежність (повну або часткову) від пожежної сигналізації, тому ефективні при захисті приміщень, пожежа в яких розвивається швидко та супроводжується інтенсивним тепловиділенням.

2. *Дренчерні* – призначені для гасіння пожежі на усій території підприємства або його значній частині.

Спринклер є клапаном, закритим за допомогою термочутливого замкового пристрою (рис.5.11). В більшості випадків це скляна колба з рідиною, яка лопається при заданій температурі. Спринклери встановлюються на трубопроводі, усередині якого підтримується тиск води або повітря.



Рис. 5.11. Спринклер [12]

При виникненні пожежі замковий пристрій спринклера руйнується і клапан відкривається. Це призводить до подачі води або повітря з трубопроводу і падіння тиску в ньому. Сигнал з датчика тиску запускає насос для подачі води в трубопровід і забезпечує подачу необхідної кількості води до місця займання. Спринклерні системи здійснюють подачу води тільки до місця займання, що дозволяє зменшити її витрати. Максимальна площа, яка захищається одним спринклером – 12 м².

У дренчерних системах, на відміну від спринклерних, застосовують відкриті насадки, які називаються дренчерами (рис. 5.12).



Вода для гасіння пожежі подається в трубопровід тільки у разі її виникнення, причому у великій кількості і одночасно на усю контрольовану площу. Дренчерні системи використовуються для створення водяних завіс, охолодження і чутливих до нагріву і легкозаймистих об'єктів, там де можливе швидке поширення вогню.

Рис. 5.12. Дренчер [12]

Подача води в дренчерну систему забезпечується дренчерним вузлом управління, який може активуватися електричним, пневматичним або гідравлічним способом. Сигнал на запуск дренчерної системи пожежогасіння подається від системи пожежної сигналізації або вручну.

Порядок виконання роботи

1. Провести огляд та часткове розбирання типів вогнегасників, що вивчаються.
2. З'ясувати призначення окремих елементів, їх конструктивний зв'язок, особливості роботи.
3. Виміряти характерні розміри конструкцій, що вивчаються, необхідні для обчислення їх робочих об'ємів, подачі.
4. Викреслити схеми конструкцій вогнегасників, що вивчаються.
2. За результатом вимірювань окремих елементів вогнегасників, обчислити робочий об'єм, записати і проаналізувати формулу подачі і інших параметрів.
3. Стисло описати особливості конструкцій досліджуваних вогнегасників, принцип їх роботи, основні робочі параметри.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть первинні засоби пожежогасіння.
2. За якими ознаками класифікують вогнегасники?
3. Опишіть конструкцію, призначення та порядок використання хімічного пінного вогнегасника.
4. Назвіть компоненти заряду хімічного пінного вогнегасника.
5. В чому полягає механізм дії хімічної піни?
6. Назвіть недоліки хімічних пінних вогнегасників.
7. В чому полягає механізм дії вуглекислоти?
8. Опишіть конструкцію, призначення та порядок використання вуглекислотного вогнегасника.
9. Опишіть конструкцію, призначення та порядок використання вуглекисотно-брометилового вогнегасника.
10. Опишіть конструкцію, призначення та порядок використання порошкового вогнегасника.
11. Опишіть конструкцію та область застосування хладонових вогнегасників.
12. Для чого використовуються спринклерні та дренчерні системи пожежогасіння?

РОЗДІЛ 6. ОСНОВИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

6.1. Фізичні основи електричної безпеки

Електрична енергія широко використовується на виробництві для освітлення та опалення робочих місць, виконує силові функції в приводі машин і механізмів. Вона полегшує роботу, сприяє підвищенню продуктивності праці, проте вона ж є одним з головних небезпечних факторів на виробництві. Як свідчить статистика, понад 40% травм, що привели до втрати працездатності або смерті працівника, пов'язані з ураженням електричним струмом.

Струм – спрямований рух електрично заряджених частинок під дією електричного поля. Для виникнення та існування струму необхідні наявність у середовищі вільних зарядів і електричного поля. В металах носіями заряду є негативно заряджені електрони.

Сила струму – головна кількісна характеристика струму, скалярна величина, що дорівнює електричному заряду dq , який проходить через даний переріз провідника протягом часу dt

$$I = \frac{dq}{dt}. \quad (6.1)$$

Одиницею сили струму в системі СІ є ампер (А).

Існує два види електричного струму:

1. **Постійний струм (DC)** – струм, сила і напрям якого не змінюються у часі.
2. **Змінний струм (AC)** – струм, сила і напруга якого змінюються за величиною та напрямом. Окремим випадком такого струму є пульсуючий струм, який з часом змінюється лише за величиною. Графіки зміни сили струму з часом показані на рис. 6.1.

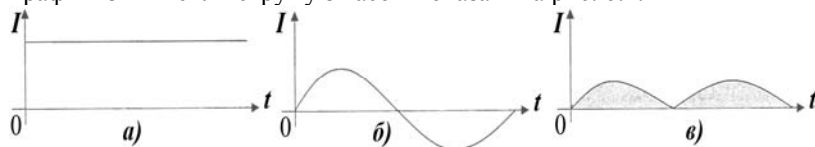


Рис. 6.1. Залежність сили струму від часу [3]: а) постійний струм, б) змінний синусоїдальний струм, в) пульсуючий струм

За кількістю фаз струм може бути однофазним (побутова мережа) і трифазним. На агрегатах надвеликої потужності інколи використовують шестифазний струм.

Напруга – робота, яку необхідно здійснити для переміщення одиничного електричного заряду з однієї точки електричного поля в іншу. Одиниця виміру напруги – вольт (В). В промисловості найбільше використовується електричний струм з напругою 127, 220 та 380 В.

Зв'язок між силою струму і напругою при незмінній температурі провідника задається законом Ома

$$I = \frac{U}{R}, \quad (6.2)$$

де R – електричний опір провідника.

Електричний опір – фізична величина, яка характеризує здатність даного матеріалу проводити електричний струм. Одиниця виміру електричного опору – ом (Ом). На практиці величина опору знаходиться в межах (10^{-6} до 10^8 Ом) та залежить від матеріалу і форми провідника. Для металевого прямолінійного провідника

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (6.3)$$

де ρ – питомий опір матеріалу провідника, Ом·м; l – довжина провідника, м; S – площа поперечного перерізу провідника, м². Найменший питомий опір мають срібло, мідь і алюміній.

За величиною питомого опору всі матеріали поділяються на три класи:

1. **Діелектрики** (ізолятори) – матеріали, які не проводять електричний струм, їх питомий опір знаходиться у межах 10^6 – 10^{17} Ом·м. Нездатність проводити струм пов'язана з відсутністю вільних заряджених частинок, які могли б переносити електричний заряд. До діелектриків відносяться скло, кераміка, резини, пластмаси, газу за нормальних умов, суха деревина та багато інших матеріалів. Діелектрики бувають двох видів:

а) *пасивні* – використовуються лише ізоляції струмопровідних частин та отримання певної електричної ємності в конденсаторах;

б) *активні* – застосовуються для генерації, підсилення, модуляції та перетворення електричних сигналів. До них відносяться сегнето- та п'єзоелектрики, піроелектрики, електрети, люмінофори та рідкі кристали.

2. **Провідники** – матеріали, які добре проводять електричний струм, їх питомий опір знаходиться у межах 10^{-8} – 10^{-5} Ом·м. До них відносяться усі метали, вода, розчини кислот і лугів, газу в іонізованому стані. Провідники поділяють на чотири підкласи:

а) *матеріали високої провідності* – призначені для передачі струму з найменшими втратами (*Cu, Al, Fe, Ag, Au, Pt* та їх сплави). Використовуються при виготовленні дротів, кабелів та інших струмопровідних частин електричного обладнання;

б) *надпровідники* – метали та сплави, опір яких стає рівним нулю нижче певної критичної температури;

в) *матеріали високого опору* – металічні сплави, що утворюють тверді розчини (ніхром, хромель, алюмель, константан). З них виготовляють резистори, термопари та нагрівальні елементи;

г) *композиційні матеріали* – мають високий питомий опір, підвищену стійкість до дії електричної дуги, що утворюється при розриві контактів.

3. *Напівпровідники* – за значенням питомого опору ($10^{-6} - 10^8$ Ом·м) займають проміжне положення між діелектриками та провідниками. Їх особливістю є залежність опору від інтенсивності зовнішньої дії: температури, освітленості, довжини хвилі випромінювання, напруженості електричного поля, тиску. Використовуються при виготовленні напівпровідникових діодів, транзисторів, світлодіодів, фоторезисторів, тензодатчиків. Найбільш поширеними є кремній *Si* та германій *Ge*.

6.2. Загальні визначення електробезпеки

Електробезпека – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-технічних засобів і заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини у процесі оперативного обслуговування та виконання робіт в діючих електроустановках.

Діюча електроустановка – будь-яка установка, що знаходиться під напругою або може опинитись під нею через поломку комутаційних апаратів. Всі електричні установки поділяються на два типи: з напругою до 1000 В і з напругою понад 1000 В.

Основними причинами враження електричним струмом є:

1. Дотик до струмопровідних частин – в процесі експлуатації всі струмопровідні частини діючих електроустановок мають бути огорожені з вивішуванням відповідних знаків.
2. Дотик до неструмопровідних частин, що опинились під напругою – всі металеві неструмопровідні частини обладнання, що може опинитись під напругою через замикання фаз чи поломку комутаційної апаратури, мають бути заземлені.
3. Користування несправним обладнанням та електричним інструментом – перед виконанням робіт в електроустановках слід перевірити на інструменті дату наступної повірки, якщо вона вже минула, користуватися таким інструментом забороняється. Для інструменту, що не підлягає періодичній повірці, перед використанням проводять візуальний огляд.

Згідно статистичних даних, враження електричним струмом складає лише 1% від загальної кількості виробничих травм, проте воно є причиною 40% смертельних випадків.

Всі приміщення згідно небезпеки враження електричним струмом поділяються на три класи:

1. *Приміщення без підвищеної небезпеки* – сухі не запилені приміщення з нормальною температурою повітря та ізолюючими підлогами. Монтаж електричних установок в них виконується звичайним дротом без підсиленої ізоляції

2. *Приміщення з підвищеною небезпечністю* – характеризуються наявністю однієї з п'яти умов підвищеної небезпеки: відносна вологість приміщення перевищує 75%, наявність струмопровідного пилю та струмопровідної підлоги (металевої, залізобетонної або земляної), висока температура, яка здебільшого перевищує 35°C, можливість одночасного дотику до металоконструкцій, будівель або машин, які сполучені з землею, і до металевих корпусів обладнання.

3. *Особливо небезпечні приміщення* – характеризуються вологістю до 100%, хімічно або біологічно активним середовищем (агресивні гази, пари та рідини), яке здатне до руйнування ізоляції струмопровідних частин обладнання, а також поєднанням двох або більше умов підвищеної небезпечності.

6.3. Фактори ураження електричним струмом

1. *Величина струму* – вирішальний фактор, що характеризує ступінь важкості електричної травми. В *Додатку М* наведено відомості про вплив на організм людини струмів різної величини. Для характеристики такого впливу використовуються порогові величини:

а) *порогів струм чутливості* – мінімальна сила струму, яку відчуває людина. Він становить 0,6...1,5 мА для змінного (частота 50 Гц) і 5...7 мА для постійного струму. Такий струм не є небезпечним.

б) *порогів невідпускаючий струм* – мінімальна сила струму, за якої людина не може самостійно відірвати руки від струмопровідних частин. Такий струм не є небезпечним для людини, проте при тривалій дії може призвести до важких наслідків та навіть смерті.

Для постійного струму людина може самостійно відірвати руку від провідника за будь-якої сили струму. Проте в момент відриву виникають больові скорочення м'язів, аналогічні тим, що виникають при змінному струмі. Людина здатна витримати біль при відриві від струмопровідних частин при силі струму не більше 50 – 80 мА.

в) *порогів фібриляційний струм* – мінімальна сила струму, за якої настає фібриляція серцевої діяльності потерпілого. Викликає смерть

потерпілого, якщо час проходження струму перевищує 1 с. Становить 100 мА для змінного струму при 50 Гц і 300 мА для постійного струму. Струм з силою понад 5 А викликає негайну зупинку серця, оминаючи стан фібриляції.

г) *гранично допустимий струм* – максимальна сила струму, яка не викликає електричної травми за будь-якої тривалості дії.

2. *Рід і частота струму* – опір тіла людини має ємнісну складову, тому збільшення частоти прикладеної напруги призводить до зменшення повного опору тіла і збільшення сили струму, що збільшення частоти струму від 0 до 200 Гц призводить до збільшення небезпеки враження. При частоті струму 100 кГц і вище існує лише небезпека опіків. Подальше підвищення частоти до знижує небезпеку враження змінним струмом, яка взагалі зникає при частоті 450 кГц. При напрузі до 500 В постійний струм безпечніший (у 4-5 разів), вище 500 В – постійний струм більш небезпечний.

Найбільш небезпечним для людини є змінний струм частоти 50 Гц при напрузі 220 В. Орієнтовні значення граничних величин для такого струму наведені в табл. 6.1

Таблиця 6.1

Порогові значення змінного струму частоти 50 Гц

Параметр	Сила струму, мА
Гранично допустимий струм за тривалої дії	0,3
Порогів струм чутливості	0,6 – 1,5
Порогів невідпускаючий струм	10 – 15
Порогів фібриляційний струм	100

3. *Електричний опір тіла людини* – визначається опором рогового шару шкіри та залежить від прикладеної напруги. Суха непошкоджена шкіра має опір 500...500 000 Ом. Зволожена забруднена шкіра має значно менший опір, що зумовлене проходом струму через пітні залози та підшкірну область. Опір тіла людини змінному струму частоти 50 Гц приймають 1000 Ом.

Живий організм складається з різноманітних клітин і розчинів солей, що зумовлює різний електричний опір. Крім того, опір шкіри в різних місцях людського організму сильно відрізняється, тому важкість електричної травми не останнім чином залежить від місця враження.

Фактор уваги підвищує опір тіла людини та зменшує ймовірність ураження. Відомо, що близько 85% електричним травм виникають через недостатню увагу працівників.

2. **Тривалість дії струму** – під дією струму різко зменшується опір шкіри, що призводить до більш важких електричних травм. Так, через 30 секунд на опір тіла зменшується на 25%, а через 90 секунд – на 70%. В табл. 6.2 наведено залежність гранично допустимої сили струму від тривалості його дії.

Таблиця 6.2. Гранично допустимі значення змінного струму та напруги

Параметр	Тривалість дії струму, с											
	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	>1
I , мА	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	6
U , В	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36

Крім цього, в організмі накопичуються наслідки дії струму та підвищується ймовірність збігу моменту проходження струму з уразливою Т-фазою серцевого циклу (періодом у 0,15 – 0,20 с, протягом якого закінчується скорочення шлуночків серця і вони переходять у розслаблений стан). Ось чому при наданні допомоги по-перше треба припинити дію струму.

3. **Напрямок проходження струму** – якщо на шляху струму опиняються життєво важливі органи (серце, легені, головний мозок), то небезпека ураження дуже велика. При інших напрямках проходження струму ймовірність ураження значно зменшується.

На практиці зустрічається 15 можливих шляхів проходження струму в тілі людини. Досить небезпечними з них є напрямки «рука – рука» (40% випадків) і «права рука – ноги» (20% випадків). Самими небезпечними є шляхи «голова – руки» і «голова – ноги», які на практиці реалізуються досить нечасто. Найменш небезпечним є шлях «нога – нога» (нижня петля), який виникає при дії на людину напруги кроку.

4. **Схема доторкання до ланцюга** залежить від конкретних умов увімкнення людини в електричне коло. Людина може одночасно доторкнутися одночасно до двох фазних дротів мережі змінного струму (двофазний дотик), до одного фазного дроту мережі змінного струму (однофазний дотик), наблизитись на небезпечну відстань до неізольованих струмопровідних частин, доторкнутися до корпусу електричного обладнання, що опинилося під напругою або увійти в зону дії крокової напруги.

5. **Індивідуальні властивості людини** – фізично здорові люди легше переносять електричні удари, ніж хворі та слабкі. Найменш стійкими до дії електричного струму є люди з нервовими захворюваннями, шкіри, серцево-судинної системи, органів внутрішньої секреції, легень.

Фізичне та емоційне напруження зменшує небезпеку ураження людини електричним струмом.

6.4. Дія електричного струму на організм

Дія електричного струму під час проходження організмом людини може мати наступні види:

1. *Термічна дія* – полягає в нагріванні до високої температури дотичних до електродів поверхонь тіла і внутрішніх органів, що знаходяться на шляху струму. Результатом можуть стати опіки шкіри, руйнування або обвуглення тканин, серйозні функціональні розлади внутрішніх органів.
2. *Біологічна дія* – проявляється в подразненні та збудженні живих тканин організму, внаслідок чого спостерігається судомне скорочення м'язів, що може призвести до зупинки дихання, розриву тканини і органів, вивихів кінцівок, спазмів голосових зв'язок.
3. *Електролітична дія* – проявляється в електролізі (розкладанні) рідин, в тому числі крові, що спричинює зміну їх фізико-хімічного складу і органів у цілому, а також суттєво міняє функціональний склад клітин.
4. *Механічна дія* – проявляється у розшаровуванні тканин та у відриві окремих частин тіла.

6.5. Види ураження електричним струмом

Ураження електричним струмом можуть носити загальний (електричний удар) або локальний характер (місцеві травми).

Місцеві електричні травми – травми, викликані дією електричного струму або електричної дуги. Такі травми виліковуються, працездатність ураженого відновлюється повністю або практично повністю. Місцеві травми бувають п'яти видів:

1. *Електричні опіки* – найбільш поширений різновид місцевих травм (близько 65%), що в залежності від умов ураження може бути струмовим, дуговим або змішаним. Струмовий опік виникає при проходженні через тіло струмів значної сили, така форма опіку є достатньо легка. Електрична дуга небезпечна через високу температуру в стовпі розряду (4 000 – 15 000°C) та інтенсивне інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання. Найбільш важкою формою опіку є змішана дія струму, що проходить, та електричної дуги.
2. *Електричні знаки* – чітко окреслені плями сірого, блідо-жовтого або лимонного кольорів на поверхні шкіри, круглої або овальної форми розміром 1 – 5 мм із заглибленням посередині. Такі знаки виникають

лише внаслідок дії струму, вони є безболісними і не вимагають лікування.

3. *Металізація шкіри* – проникнення у верхні шари шкіри людини найменших частинок металу, розплавленого під дією електричної дуги. Вона має місце при короткому замиканні, роз'єднуванні електричного ланцюга під навантаженням. Металізація теж є безболісною і не потребує лікування.

4. *Електрофтальмія* – запалення зовнішніх оболонок очей, яке виникає під дією потужного потоку ультрафіолетового випромінювання від електричної дуги. Хвороба триває декілька днів, протягом яких хворий не може дивитися на світло, також можлива часткова втрата зору.

5. *Механічні пошкодження* – непрямий наслідок дії електричного струму, виражений у судомному скороченні м'язів, що може призвести до розривів шкіри, кровоносних судин і нервових тканин, вивихів суглобів і переломів кісток. Даний вид травми потребує тривалого лікування.

Електричний удар – збудження живих тканин організму електричним струмом, що проходить через нього. Супроводжується судомним скороченням м'язів, його наслідками можуть бути порушення дихання і кровообігу, електричний шок або клінічна смерть. При цьому людина може не мати електричних травм.

Електричний шок – важка нервово-рефлекторна реакція організму на подразнення електричним струмом, яка має дві послідовні фази: збудження (з'являється реакція на біль і підвищується тиск) і гальмування (виснажується нервова система, падає тиск, настає стан депресії). Шоковий стан триває від десяти хвилин до кількох діб, після чого настає одужання або смерть.

Клінічна смерть – перехідний період від життя до смерті з моменту зупинки серцевої діяльності до початку розпаду білкових структур. Вона триває від 6 до 8 хвилин у молодих здорових людей, після чого настає біологічна смерть. Ознаками клінічної смерті є відсутність дихання і пульсу, синіння шкіри, зупинка та фібриляція серця, відсутність реакції на світло.

Розрізняють чотири ступені електричного удару:

- 1 ступінь – судомне скорочення м'язів без втрати свідомості;
- 2 ступінь – судомне скорочення м'язів з втратою свідомості але без порушення дихання і серцебиття;
- 3 ступінь – втратою свідомості з порушенням дихання або серцебиття, або дихання і серцебиття;
- 4 ступінь – клінічна смерть.

Практичне заняття № 6

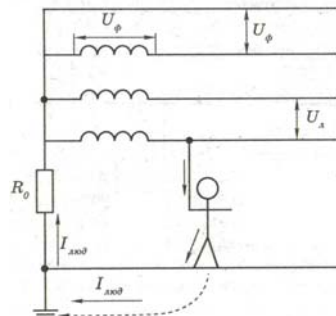
УМОВИ УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

Мета заняття: навчитися розраховувати параметри ураження електричним струмом у випадку однофазного увімкнення людини до трифазної мережі.

Задача 1. Визначити наслідки однофазного увімкнення людини до трифазної мережі змінного струму із заземленою нейтраллю в приміщенні з дерев'яною підлогою ($R_{нід} = 100\ 000\ \text{Ом}$). Опір взуття проходженню електричного струму прийняти рівним ($R_{вз} = 30\ 000\ \text{Ом}$).

Розв'язання

В промисловості використовується два типи трифазних мереж. Найбільш поширеною є чотиридротова із заземленою нейтраллю (рис. 6.2), оскільки від неї можна отримувати одночасно фазну (220 В) і



лінійну (380 В) напруги. Такі мережі використовують в приміщеннях з підвищеною небезпекою, де неможливо забезпечити високий рівень ізоляції та в розгалужених мережах. Якщо можливо підтримувати високий рівень ізоляції дротів і коли ємність мережі відносно землі невелика, використовують тридротову мережу з ізолюваною нейтраллю.

Рис. 6.2. Увімкнення людини в трифазну чотиридротову мережу [6]

При дотику людини до фазного дроту трифазної чотиридротової мережі із заземленою нейтраллю струм проходить через тіло людини, потім через землю і через заземлення нейтралі. Сила струму, який при цьому проходить тілом людини, можна визначити по формулі

$$I = \frac{U_{\phi}}{R_{люд} + R_{вз} + R_{нід} + R_0}$$

В мережах змінного струму фазна напруга (між фазою і нейтральним проводом) дорівнює 220 В, опір людського тіла приймають рівним 1 кОм, а опір заземлення нейтралі значно менший за інші опори, тому ним можна знехтувати. Тоді сила струму

$$I = \frac{U_{\phi}}{R_{люд} + R_{вз} + R_{нід}} = \frac{220}{1000 + 30000 + 100000} = 1,70\ (\text{мА}).$$

Така сила струму не є небезпечною для людини.

Завдання до самостійної роботи № 6

Задача 1. Визначити силу струму, що проходить тілом людини при її увімкненні до трифазної мережі змінного струму із заземленою нейтраллю, якщо електричний опір підлоги $R_{\text{під}}$, а опір взуття людини дорівнює $R_{\text{вз}}$. Заземлення виконано провідником довжини l . Дані до розрахунку взяті з табл. 6.3.

Таблиця 6.3

<i>№ варіанту</i>	<i>$R_{\text{під}}$ кОм</i>	<i>$R_{\text{вз}}$ кОм</i>	<i>l, м</i>	<i>матеріал провідника</i>
1	20	2	3,0	мідь
2	25	3	3,5	алюміній
3	30	4	3,0	мідь
4	20	5	4,5	алюміній
5	20	6	4,0	мідь
6	25	7	6,0	алюміній
7	30	7	4,0	мідь
8	20	8	3,0	алюміній
9	25	5	4,0	мідь
10	30	6	3,0	алюміній
11	20	7	4,5	мідь
12	25	8	4,0	алюміній
13	30	5	3,3	мідь
14	20	6	4,0	алюміній
15	25	7	3,0	мідь
16	30	8	4,0	алюміній
17	20	5	3,5	мідь
18	25	6	4,0	алюміній
19	30	7	4,0	мідь
20	20	8	3,5	алюміній
21	25	5	4,5	мідь
22	30	6	3,5	алюміній
23	20	7	2,8	мідь
24	25	8	5,0	алюміній
25	30	5	4,0	мідь
26	20	6	3,5	алюміній
27	25	7	3,0	мідь
28	30	8	2,5	алюміній
29	20	5	4,0	мідь
30	25	6	4,5	алюміній

Лабораторна робота № 6
ВИМІР ПИТОМОГО ОПОРУ ҐРУНТУ

Мета роботи: вивчення засобів та методів виміру питомого електричного опору ґрунтів різних типів.

Прибори та інструменти: вимірювач опорів заземлень МС-08, групові заземлювачі, допоміжний заземлювач, компенсаційний заземлювач-зонд, сполучні дроти.

Теоретична частина

Електрофізичні властивості ґрунту, в якому знаходиться заземлювач, визначаються насамперед його питомим опором. Чим менший питомий опір, тим більш сприятливі умови для розташування заземлювача.

Питомий опір ґрунту – опір між протилежними площинами куба землі з ребром довжини 1 м. Одиниця виміру питомого опору – ом на метр (Ом·м).

Щоб оцінити величину питомого опору ґрунту, порівнюємо його з найбільш поширеним електротехнічним матеріалом – міддю. Так куб міді таких самих розмірів має опір $1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. При 20°C та середній вологості питомий опір землі приблизно складає $\rho = 100$ Ом·м, тобто земля має питомий опір в 5,7 млрд. разів більше. В табл. 6.3. наведені наближені значення питомих опорів різних типів ґрунту при середній вологості.

Таблиця 6.3

Питомий електричний опір ґрунтів ρ_{cp}

Тип ґрунту	Розрахункове значення, Ом·м	Можливі межі коливань, Ом·м
Глина	40	8...70
Суглинок	100	40...150
Пісок	700	400...1000
Супісок	300	150...400
Торф	200	-
Чорнозем	20	9...53
Садова земля	40	30...60
Мергель і вапняк	1500	1000...2000

При обладнанні заземлювачів необхідно знати не наближені, а точні значення питомих опорів ґрунту в даному в місці. Отримання такої інформації можливе лише безпосередніми вимірами на місцях.

Властивості землі можуть змінюватися залежно від її вологості та температури, тому питомий опір може мати різні значення в різні пори року, наприклад через висихання або промерзання. Ці чинники

враховуються при вимірах питомого опору землі сезонними коефіцієнтами. В табл. 6.4 наведені коефіцієнти, що враховують стан землі під час вимірів.

Таблиця 6.4

Коефіцієнти, що враховують стан ґрунту

Заземлювач	k_1	k_2	k_3
Вертикальний довжини 3 м	1,15	1,00	0,92
Вертикальний довжини 5 м	1,10	1,00	0,95
Горизонтальний довжини 10 м	1,70	1,00	0,75
Горизонтальний довжини 50 м	1,60	1,00	0,80

Коефіцієнт k_1 застосовується, якщо земля волога і вимірам передувало випадання великої кількості опадів; k_2 – земля нормальної вологості і виміру передувало випадання невеликої кількості опадів; k_3 – земля суха, кількість опадів нижча за норму.

Вимірювання питомого опору ґрунту зазвичай проводять в теплу пору року. В даній лабораторній роботі використовується вимірювач заземлень типу МС-08. Виміри питомого опору Прилад має власне джерело живлення у вигляді генератора, що приводиться до обертального руху за допомогою ручки.



Рис. 6.2. Вимірювач заземлень МС-08 [15]

Якщо в процесі виміру стрілка приладу коливається, це є ознакою наявності сторонніх струмів в землі. Аби уникнути похибки у вимірюваннях достатньо змінити частоту обертання ручки. Проте слід зауважити, що для забезпечення належної точності виміру ця частота повинна знаходитися в межах 90...150 об/хв.

Вимірювач заземлення МС-08 має три шкали: 0 – 1000 Ом, 0 – 100 Ом і 0 – 10 Ом. Питомий опір ґрунту вимірюють шкалою на 1000 Ом.

Прилад МС-08 працює за принципом магнітоелектричного логометра. Прилад містить дві рамки, одна з яких включається як амперметр, а інша – як вольтметр. Ці обмотки діють на вісь приладу в протилежних напрямках, завдяки чому відхилення стрілки приладу пропорційні опору. Шкала приладу градуйована в омах. Джерелом живлення при вимірі служить генератор G постійного струму, що приводиться в обертання від руки. На спільній з генератором осі укріплені переривник П1 і випрямляч П2 (рис. 6.3).

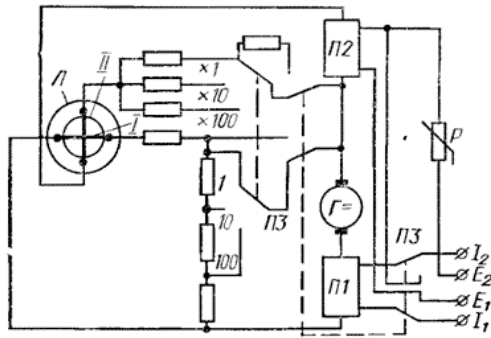


Рис. 6.3. Електрична схема вимірювача заземлень МС-08 [15]: Г – генератор, Р – реостат, Л – логометр, П1 – переривник, П2 – випрямляч, П3 – перемикач.

Вимір питомого опору ґрунту слід виконувати в стороні від трубопроводів та інших металевих конструкцій, які можуть внести похибку в результати. Схема вимірювання показана на рис. 6.4.

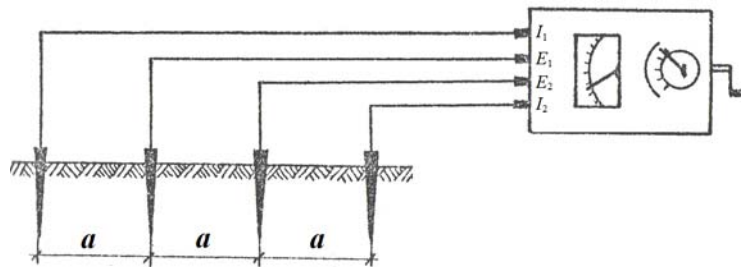


Рис. 6.4. Схема вимірювання питомого опору ґрунту [15]

Чим більше значення a , тим більший об'єм ґрунту охоплюється електричним полем електродів і більш точними є результати вимірів. Змінюючи відстань a , можна отримати залежність питомого опору землі від рознесення електродів. При однорідній структурі ґрунту значення ρ не залежатиме від відстані a (зміни можуть бути внаслідок різного ступеню вологості). Таким чином, використовуючи залежність ρ від відстані між електродами, можна судити про величини питомих опорів на різній глибині.

Питомий опір ґрунту визначають по формулі

$$\rho = 2\pi Ra, \quad (6.4)$$

де R – опір по приладу, Ом.

Виміри питомого опору бажано виконувати у кількох місцях, розраховуючи потім середнє значення. Електроди слід забивати в землю для більш щільного контакту, укручування стержнів для цілей виміру не рекомендується.

Порядок виконання роботи

1. Встановити електроди в досліджуваний ґрунт на відстані a (не менше 8 м) один від одного, підключивши їх до приладу, як показано на рис. 6.4.
2. Встановити перемикач приладу МС-08 в положення «Регулювання», після чого почати обертати ручку генератора з частотою 90...120 об/хв, змінюючи положення повзуна реостата до співпадіння стрілки індикатора з червоною рисою на шкалі приладу.
3. Якщо стрілка не встановлюється проти червоної риси за будь-якого положенні реостата Р, необхідно вжити заходів до зменшення опору в ланцюзі зонду (забити його глибше, зволожити землю біля нього солоною водою, забити поруч інший зонд і з'єднати його з першим).
4. Перевести перемикач в положення «Вимір x » і провести вимір опору захисного заземлення, обертати ручку генератора з частотою 2 об/с.
5. Визначити питомий опір ґрунту по формулі (6.4).
6. Повторити експеримент ще двічі при інших положеннях електродів, після чого визначити середній опір по формулі

$$\rho_{сер} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}.$$

6. Результати вимірів і розрахунків занести до табл. 6.5 звіту.

Таблиця 6.5

Результати вимірів і розрахунків

№ дослід	Відлік по приладу R , Ом	Питомий опір ρ , Ом·м	Середнє значення $\rho_{сер}$, Ом·м
1 дослід			
2 дослід			
3 дослід			

7. За отриманим результатом $\rho_{сер}$ визначити тип ґрунту по табл. 6.3.

Питання для самоконтролю

1. Що називається питомим опором ґрунту?
2. Для чого необхідно знати питомий опір ґрунту?
3. Які фактори впливають на величину питомого опору?
4. Опишіть методику виміру питомого опору ґрунту?
5. Від чого залежить електричний опір тіла людини?
6. Назвіть фактори враження електричним струмом.

РОЗДІЛ 7. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

7.1. Технічні засоби захисту

Технічні засоби захисту від ураження електричним струмом поділяють на колективні та індивідуальні. Перші унеможливають контакт із струмопровідними частинами електричних установок, другі захищають працівника у випадку, коли торкання струмопровідних частин все-таки відбулося. Нижче розглянуті основні технічні засоби електробезпеки.

Мала напруга – обмеження робочої напруги, яке застосовується для зменшення небезпеки враження електричним струмом при роботі з переносним інструментом. Максимальна діюча напруга становить 12 В у особливо небезпечних приміщеннях і 42 В – в приміщеннях с підвищеною небезпекою, адже при напрузі у 42 В струм, який проходить тілом людини, є небезпечним.

Джерелами малої напруги можуть бути трансформатори, що понижують, акумулятори, випрямляючі установки, батареї гальванічних елементів, перетворювачі частот.

Ізоляція струмоведучих частин – шар діелектрика або конструкція із нього на поверхні, що проводить електричний струм. Ізоляція перешкоджає проходженню через неї струму завдяки великому опору, який має дорівнювати

$$R = 1000U,$$

де U – діюча напруга електричної мережі.

В процесі експлуатації ізоляція поступово втрачає свої діелектричні властивості через старіння та місцеві дефекти, внаслідок чого опір ізоляції різко зменшується. Це призводить до збільшення струму втрат, можливий пробій ізоляції, пожежа або ураження струмом. Тому найбільш надійною є подвійна ізоляція, яка служить для захисту від ураження струмом у разі пошкодження робочої ізоляції.

Захисні заземлення і занулення – найбільш поширені та надійні засоби електричного захисту. Їх реалізація та принцип дії детально розглянуті в пункті 7.3.

Недоступність до струмопровідних частин обладнання – найчастіше реалізується розміщенням струмопровідних частин на недоступній для дотику висоті. Так в електричних установках напругою до 1000 В всі лінії електропередач мають бути на відстані не менше 6,5 м від землі. За більшої напруги ця відстань має збільшуватися.

Іншим методом є огороження струмопровідних частин обладнання. В мережах з напругою більше 1000 В небезпеку становлять навіть ізольовані дроти, крім того при схемі із заземленою нейтраллю небезпечно навіть наближення до струмопровідних частин обладнання, тому такі установки обов'язково мають бути огорожені. Суцільні огорожі використовуються в установках з напругою до 1000 В, сітчасті огороження – з напругою вище 1000 В.

Захисне блокування – автоматичний пристрій, за допомогою якого запобігаються неправильні, небезпечні для людини дії. Пристрій блокування допускає тільки певний порядок включення механізму, який усуває навіть можливість потрапляння людини в зону дії електричної напруги.

За принципом дії захисне блокування може бути електричним (розрив ланцюга спеціальними контактами) або механічним (рубильники, пускачі, автоматичні вимикачі)

Попереджувальні засоби – стаціонарні пристрої, які сигналізують про вимикання апаратів, наявність або відсутність напруги на певній ділянці електричної установки.

Також до попереджувальних засобів відносяться плакати, призначені для попередження працівників про небезпеку наближення до струмопровідних частин. Окрім попереджувальних також використовуються забороняючі, наказові та показові плакати.

7.2. Електричні засоби захисту

Електрозахисні засоби – вироби, що захищають людей, які працюють з електричним обладнанням від ураження електричним струмом, дії електричної дуги та магнітного поля. Вони використовуються як при звичайному, так і при аварійному стані електричного устаткування. Такі засоби можуть бути умовно поділені на чотири типи:

1. **Ізолюючі** – слугують для ізоляції людей від електричного обладнання під напругою, заземлених частин обладнання, а також від землі. Вони поділяються на основні та додаткові.

Основні – здатні довгий час витримувати робочу напругу електроустановки, тому дозволяють торкання до струмопровідних частин. В установках з напругою до 1000 В такими засобами є діелектричні рукавиці, інструмент з ізольованими ручками, покажчики напруги, ізолюючі та електровимірювальні кліщі. В установках з напругою вище 1000 В – ізолюючі штанги, ізолюючі та електровимірювальні кліщі, покажчики напруги, засоби для ремонтних робіт.

Додаткові – не мають ізоляції, яка могла б витримувати робочу напругу, тому застосовуються лише для посилення дії основних засобів. В установках до 1000 В до таких засобів відносяться гумові килимки, ізолюючі підставки та діелектричне взуття. В установках вище 1000 В до додаткових засобів відносяться діелектричні рукавиці, боти, килимки та ізолюючі підставки.

2. *Огороджувальні* – використовуються для тимчасового огороження частин електричного обладнання, що знаходиться під напругою і до яких можливий випадковий дотик або наближення на небезпечну відстань. До них належать переносні огороження (ширми, бар'єри, щити), ізолюючі накладки, переносні заземлення.

3. *Екрануючі* – служать для запобігання шкідливого впливу на працівників електричних полів промислової частоти. Це індивідуальні екрануючі комплекти (костюми, взуття і рукавиці) або переносні екрануючі пристрої (екрани і намети).

4. *Допоміжні* – призначені для захисту персоналу від падіння з висоти (пояси і канати), для безпечного підйому на висоту (драбини і кігті), для захисту від теплових, світлових, хімічних, механічних та інших дій (спеціальний одяг, рукавиці, протигази).

7.3. Методи захисту в аварійних режимах

Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання із землею металевих неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою у разі аварійної ситуації.

Дія захисного заземлення полягає у захисті працівників шляхом зниження до безпечної величини напруги дотику, яка викликана замиканням фази на корпус.

Застосування заземлення є обов'язковим при напрузі змінного току 380 В і вище, при напрузі постійного струму 440 В і вище. У приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних, а також у зовнішніх установках заземлення обов'язкове при напрузі 42 В і вище для змінного струму і 110 В і вище – для постійного струму.

Допустимі значення опору заземлення наведено в *Додатку С*. Воно є ефективним в мережах до 1000 В з ізолюваною нейтраллю і вище 1000 В – як з ізолюваною, так і з заземленою нейтраллю.

Конструктивно захисне заземлення є сукупністю заземлювача і провідників, що з'єднують з ним заземлені частини електричного обладнання (рис. 7.1). Заземлювач розміщується в ґрунті для хорошого електричного контакту, він може бути натуральним або штучним. В ролі натуральних заземлювачів використовують різні металеві конструкції, які водночас виконують будівельні або технологічні

функції. Штучними заземлювачами є спеціально сконструйовані металоконструкції. Правилами експлуатації електроустановок насамперед передбачене використання натуральних заземлювачів.

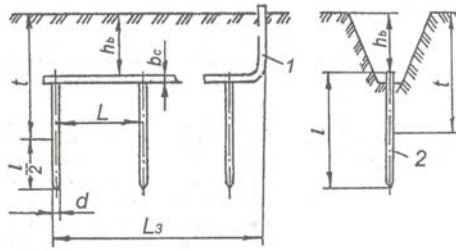


Рис. 7.1. Конструкція захисного заземлення [14]: 1 – з'єднувальна стрічка, 2 – заземлювач

Конструкції захисних заземлень мають відповідати наступним вимогам: корпуси до магістралей приєднуються тільки паралельно, а магістраль до заземлювача слід приєднувати не менш, ніж у двох точках, приєднання проводів до корпусів обладнання виконується зварюванням, або «під болт».

Залежно від місця розміщення заземлювача відносно обладнання, що заземляється, розрізняють два типи заземлюючих пристроїв: виносний і контурний.

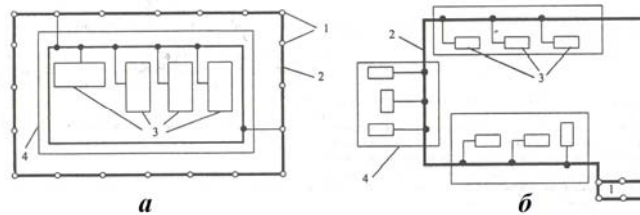


Рис. 7.2. Типи заземлюючих пристроїв [14]: а – контурне заземлення, б – виносне заземлення. 1 – заземлювачі, 2 – заземлювальні провідники, 3 – обладнання, 4 – виробничі будівлі

При *контурному заземленні* (рис. 7.2, а) заземлювачі розміщують по периметру і всередині майданчика, на якому знаходиться обладнання, що підлягає захисту. Під час замикання на корпус струм стікає у землю, утворюючи підвищений відносно прилеглих територій електричний потенціал всередині майданчика. Але при контакті працівника із корпусом під напругою, струм, що проходить тілом людини, значно менший, ніж при виносному заземленні.

Виносне заземлення (рис. 7.2, б) характеризується тим, що заземлювачі винесені за межі майданчика, на якому розміщене електричне обладнання, або зосереджені на певній частині цього майданчика, внаслідок чого не вся територія є захищеною. В даному випадку захисне заземлення захищає від ураження тільки завдяки малому опору заземлення. Використовується виносне заземлення лише при малих струмах замикання на землю в установках до 1000 В.

Захисне занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим електричним дротом металевих неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою в разі аварійної ситуації. Застосовується в трифазних чотиридротових електричних мережах до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю (рис. 7.3).

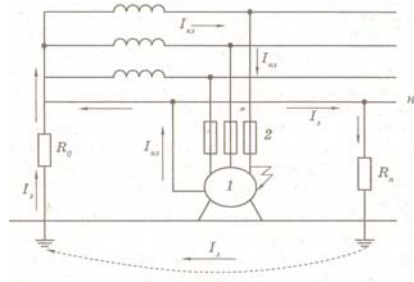


Рис. 7.3. Схема захисного занулення [14]:
1 – обладнання, 2 – плавкі запобіжники

Нульовий захисний провідник – це провідник, який з'єднує обладнання, що занулюється, з глухозаземленою нейтральною точкою обмотки джерела струму

або її еквівалентом.

Занулення має дві захисні дії – швидке автоматичне вимкнення установки від мережі і зниження напруги занулених металевих неструмоведучих частин, які опинилися під напругою відносно землі через замикання фази на корпус.

Принцип дії занулення – перетворення замикання на корпус на однофазне коротке замикання, тобто замикання між фазним і нульовим захисним провідником з метою викликати великий струм, здатний спрацювання захисту і таким чином автоматично відключити пошкоджену електроустановку від мережі живлення.

Нехай через пошкодження ізоляції відбувається пробій фази на корпус, що призводить до появи на ньому фазної напруги, тому при дотику людини до корпусу її може уразити струмом. Схема захисту занулення спрацьовує таким чином: при замиканні на занулений корпус струм короткого замикання (I_k) проходить через обмотки трансформатора, фазний дріт, плавкий запобіжник, корпус установки, нульовий дріт і знову обмотки трансформатора. Оскільки опір кола проходження струму при короткому замиканні малий, струм є достатнім, аби вивести з ладу плавкий запобіжник, вимкнувши ушкоджену ділянку.

Окрім плавких запобіжників для вимкнення фази також використовуються магнітні пускачі з вмонтованим тепловим захистом або автомати, які здійснюють захист одночасно від струмів короткого замикання і перевантаження. Захист може спрацьовувати на струм або тепло, або на та й інше разом. Час з моменту появи напруги на корпусі до моменту вимкнення установки від електромережі складає 5 – 7 с при

захисті установки плавкими запобіжниками і 1 – 2 с при захисті автоматами.

У мережах, де застосовують занулення, не можна заземлювати корпуси електроустановок без їх занулення, оскільки у випадку замикання фази на корпус заземленої, але не зануленої установки під напругою опиняться корпуси усіх інших занулених електроустановок. Однак додаткове заземлення занулених електроустановок не забороняється, оскільки воно підвищує надійність заземлення нульового проводу.

7.4. Перша допомога при ураженні електричним струмом

Найважливішим фактором першої допомоги при враженні електричним струмом є її терміновість. Чим швидше надано допомогу, тим вища її ефективність, тому кожен працівник повинен вміти надати першу допомогу потерпілому. Зволікання або некваліфікованість при наданні першої допомоги можуть призвести до загибелі потерпілого.

Порядок надання першої допомоги:

1. Усунути дію небезпечних факторів, які загрожують життю та здоров'ю потерпілого: звільнити від дії електричного струму, винести на свіже повітря, погасити одяг, що палає.



Рис. 7.4. Методи вивільнення з-під струму

Найбільш безпечним способом вивільнення

потерпілого є вимкнення напруги. У випадку, коли не можливо швидко відключити систему, застосовують закорочування фаз за допомогою металевої перемички, відтягування потерпілого від місця ураження (рис. 7.4, зліва) або знеструмлення мережі шляхом розриву фазних дротів (рис. 7.4, справа). У двох останніх випадках слід користуватись засобами захисту, аби не потрапити під дію струму.

2. Оцінити стан потерпілого, характер та важкість травм, визначити наявність загрози для життя та послідовність заходів щодо надання допомоги.

3. Здійснити необхідні заходи першої допомоги (відновити прохідність дихальних шляхів, виконати штучне дихання і зовнішній масаж серця, зупинити кровотечу, зафіксувати місце перелому, накласти пов'язку).

Основними заходами порятунку потерпілого при важких електричних травмах є штучне дихання та масаж серця.

Штучне дихання – різке вдихання повітря потерпілому кожні 5...6 секунд за схемою «рот в рот» або «рот в ніс».

Масаж серця – ритмічне натискання на передню стінку грудної клітки потерпілого для штучної підтримки кровообігу. Натискання робляться приблизно один раз в секунду.

Штучне дихання і зовнішній масаж серця слід проводити до прибуття швидкої медичної допомоги або до появи очевидних ознак оживлення (поява самостійного дихання, наявність пульсу). Мали місце випадки, коли потерпілі оживали через декілька годин, протягом яких безперервно надавалась допомога.

7.5. Контакт струмопровідних частин із землею

При замиканні на землю струмопровідних частин електричного обладнання має місце розтікання струму. В результаті на поверхні землі виникає електричний потенціал, який створює небезпеку напруги кроку для людини (рис. 7.5).

Напруга кроку – напруга між двома точками поверхні на відстані людського кроку, на яких людина стоїть одночасно.

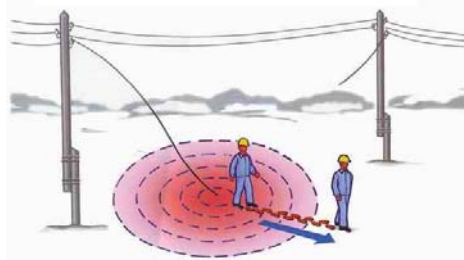


Рис. 7.5. Напруга кроку [7]

Величина напруги кроку залежить від сили струму в провіднику, опору ґрунту в місці замикання і відстані до нього, а також довжини людського кроку. Точки поверхні,

рівновіддалені від місця замикання, мають ідентичний електричний потенціал, тобто екіпотенціальні поверхні мають форму концентричних кіл.

Під дією напруги кроку струм іде відносно безпечним шляхом «нога-нога», але може викликати судоми ніг або падіння, яке призводить до інших шляхів струму і зростання напруги кроку.

Важкість враження напругою кроку найчастіше пояснюється незнанням елементарних правил поведінки у даному випадку. Якщо потрібно вийти з зони напруги кроку або увійти до неї для надання першої допомоги, це слід робити стрибками на одній чи двох ногах або маленькими кроками, які не перевищують довжину стопи.

У виставлянні контакту струмопровідних частин із землею заборонено наближатися до місця контакту ближче, ніж на 4 м в закритих приміщеннях і на 8 м на відкритій місцевості.

Практичне заняття № 7
РОЗРАХУНОК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ ДЛЯ
ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРУГОЮ ДО 1000 В

Мета заняття: засвоїти алгоритм розрахунку захисного заземлення для електричних установок напругою до 1000 В.

Задача 1. Методом коефіцієнтів використання провести розрахунок захисного пристрою заземлення електричної установки до 1000 В, виконаного кутниковим прокатом № 5 довжини $l = 3$ м з глибиною їх закладання $h = 0,8$ м у глинистому ґрунті.

Розв'язання

Коефіцієнт сезонності визначаємо по *Додатку Т*. Середня річна нижча температура в Луганській області становить -5°C , тому коефіцієнт сезонності для стержневих заземлювачів буде дорівнювати $\varphi = 1,3$.

По табл. 7.1 визначаємо питомий опір ґрунту в місці встановлення заземлювачів

$$\rho_{ep} = 40 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

Таблиця 7.1. Питомий електричний опір ґрунтів ρ_{ep}

Тип ґрунту	Розрахункове значення, Ом·м	Можливі межі коливань, Ом·м
Глина	40	8...70
Суглинок	100	40...150
Пісок	700	400...700
Супісок	300	150...400
Торф	200	-
Чорнозем	20	9...53
Садова земля	40	30...60

Розрахунковий питомий опір ґрунту в місці встановлення заземлювачів знаходимо по формулі

$$\rho_{роз} = \varphi \rho_{ep} = 1,3 \cdot 40 = 52 \text{ (Ом}\cdot\text{м)}.$$

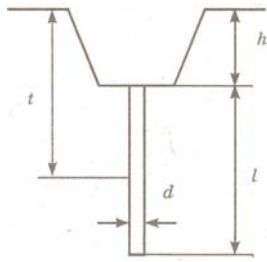
По сортаменту прокатних профілів знаходимо ширину полиці рівнобічного кутка № 5

$$b = 50 \text{ мм},$$

тоді діаметр заземлювача

$$d = 0,95b = 0,95 \cdot 50 = 47,5 \text{ (мм)} = 0,0475 \text{ (м)}.$$

Знаходимо відстань t від поверхні землі до середини заземлювача (рис. 7.6)



$$t = \frac{l}{2} + h = \frac{3}{2} + 0,8 = 2,3 \text{ (м)}.$$

Рис. 7.6. Схема вертикального заземлителя [14]

Визначаємо опір розтікання струму в землі одного вертикального заземлителя по формулі

$$R_{\theta} = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2\pi l} \left[\ln \frac{2l}{d} + 0,5 \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right] = \frac{52}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \times$$

$$\times \left[\ln \frac{2 \cdot 3}{0,0475} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right] = 14,3 \text{ (Ом)}.$$

Допустиме значення опору захисного заземлення приймаємо згідно Додатку С для установок напругою до 1000 В

$$R_{\text{норм}} = 4 \text{ (Ом)}.$$

Після цього знаходимо орієнтовну кількість вертикальних заземлювачів

$$n^* = \frac{R_{\theta}}{R_{\text{норм}}} = \frac{14,3}{4} = 3,6.$$

Відстані між заземлювачами беремо однаковими і рівними

$$a = 3 \text{ м},$$

тоді відношення відстані між заземлювачами до довжини заземлювачів

$$K = \frac{a}{l} = \frac{3}{3} = 1.$$

По Додатку Е за знайденим коефіцієнтом K визначаємо коефіцієнт використання вертикальних електродів

$$\eta_{\theta} = 0,74.$$

Остаточна кількість вертикальних заземлювачів

$$n = \frac{R_{\theta}}{\eta_{\theta} R_{\text{норм}}} = \frac{14,3}{0,74 \cdot 4} = 4,86.$$

Остаточну приймаємо $n = 5$ електродів.

Довжину горизонтального заземлювача, що з'єднує розташовані в ряд вертикальні заземлювачі, знаходимо по формулі

$$L = a(n-1) = 3 \cdot (5-1) = 12 \text{ (м)}.$$

Горизонтальний заземлювач виконуємо у вигляді сталевій стрічки товщини $b_1 = 30$ мм, прокладеної на глибині $h_1 = 80$ см. Опір горизонтального заземлювача

$$R_c = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2\pi L} \ln \frac{2L^2}{b_1 h_1} = \frac{52}{2 \cdot 3,14 \cdot 12} \ln \frac{2 \cdot 12^2}{0,03 \cdot 0,8} = 6,5 \text{ (Ом)}.$$

Коефіцієнт використання η_c горизонтального заземлювача, який з'єднує вертикальні заземлювачі при їх розташуванні в ряд визначаємо по табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_c

Коефіцієнт K	Кількість заземлювачів у ряду			
	4	10	20	30
1	0,77	0,62	0,42	0,31
2	0,89	0,75	0,56	0,46
3	0,92	0,82	0,68	0,58

В нашому випадку $K = 1$ і $n = 5$, тому наближено отримуємо

$$\eta_c = 0,77.$$

Тоді загальний опір заземлюючого пристрою

$$R = \frac{R_g \cdot R_c}{nR_c h_g + R_g \eta_c} = \frac{14,3 \cdot 6,5}{5 \cdot 6,5 \cdot 0,8 + 14,3 \cdot 0,77} = 2,51 \text{ (Ом)}.$$

Отримане значення опору штучного заземлення не перевищує допустимого значення опору захисного заземлення за ПУЕ

$$R < R_{\text{норм}} = 4 \text{ (Ом)},$$

тому заземлюючий пристрій розраховано вірно.

Завдання до самостійної роботи № 7

Методом коефіцієнтів використання провести розрахунок захисного пристрою заземлення електричної установки до 1000 В, виконаного кутниковим прокатом довжини l з глибиною їх закладання h в ґрунті заданого типу. Розміщення заземлювачів в ряд, горизонтальний заземлювач має вигляді сталеві стрічки товщини b_1 , прокладеної на глибині h_1 . Дані до розрахунку взяти з табл. 7.3.

Таблиця 7.3

№	Тип ґрунту	l , м	h , м	b_1 , мм	h_1 , м	№ кутка
1	2	3	4	5	6	7
1	Глина	2,0	0,5	30	0,8	4
2	Суглинок	2,5	0,6	35	0,7	4,5
3	Пісок	3,0	0,7	30	0,8	5
4	Супісок	2,0	0,8	45	0,7	5,6

1	2	3	4	5	6	7
5	Торф	2,0	0,5	40	0,8	6
6	Чорнозем	2,5	0,6	60	0,7	6,3
7	Садова земля	3,0	0,7	40	0,7	4
8	Глина	2,0	0,8	30	0,7	4,5
9	Глина	2,5	0,5	40	0,8	5
10	Суглинок	3,0	0,6	30	0,7	5,6
11	Пісок	2,0	0,7	45	0,8	4
12	Супісок	2,5	0,8	40	0,8	4,5
13	Торф	3,0	0,5	33	0,7	5
14	Чорнозем	2,0	0,6	40	0,8	5,6
15	Садова земля	2,5	0,7	30	0,7	4
16	Глина	3,0	0,8	40	0,8	4,5
17	Суглинок	2,0	0,5	35	0,8	5
18	Пісок	2,5	0,6	40	0,7	5,6
19	Супісок	3,0	0,7	40	0,8	4
20	Торф	2,0	0,8	35	0,8	4,5
21	Чорнозем	2,5	0,5	45	0,8	5
22	Садова земля	3,0	0,6	35	0,8	5,6
23	Глина	2,0	0,7	28	0,7	4
24	Суглинок	2,5	0,8	50	0,8	4,5
25	Пісок	3,0	0,5	40	0,8	5
26	Супісок	2,0	0,6	35	0,8	5,6
27	Торф	2,5	0,7	30	0,7	4
28	Чорнозем	3,0	0,8	25	0,7	4,5
29	Садова земля	2,0	0,5	40	0,8	5
30	Глина	2,5	0,6	45	0,8	5,6

Лабораторна робота № 7
ВИМІР ОПОРУ ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ

Мета роботи: вивчення засобів захисту від ураження електричним струмом, приборів та методів виміру опору захисного заземлення в електричних мережах напругою до 1000 В.

Прибори та інструменти: мегомметр МС-08, групові заземлювачі, допоміжний заземлювач, компенсаційний заземлювач-зонд, сполучні дроти.

Теоретична частина

Широке використання електричної енергії на сучасному виробництві, у побуті, в навчальному процесі значно збільшує ймовірність враження електричним струмом. Одним із ефективних методів захисту від ураження струмом є застосування захисного заземлення – з'єднання із землею металевих неструмопровідних частин електричних установок.

Принцип дії захисного заземлення полягає у зниженні до безпечної величини електричного потенціалу, під яким можуть опинитися металеві неструмопровідні частини електричних установок внаслідок аварійної ситуації. За рахунок заземлення між частиною установки, що опинилась під напругою, і землею утворюється з'єднання високої провідності (малого опору). Тому струм, який піде тілом людини, що доторкнулась до даного обладнання і увімкнулась паралельно в електричне коло, не є небезпечним для її життя.

Захисному заземленню підлягають усі металеві не струмопровідні частини електричних установок, які внаслідок виходу з ладу комутаційної апаратури або ізоляції можуть опинитися під напругою, і до яких можуть доторкнутися люди або тварини.

Захисному заземленню підлягають всі електричні установки в приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних приміщеннях при номінальному значенні напруги змінного струму понад 42 В і постійного струму – 110 В. В приміщеннях без підвищеної небезпеки заземлюється обладнання при номінальному значенні напруги змінного струму понад 400 В і постійного струму – 500 В.

В залежності від розміщення по відношенню до обладнання, яке заземлюється, захисне заземлення поділяється на виносне і контурне (рис.7.7). В якості штучних заземлювачів використовуються сталі стержні діаметром 10...20 мм і довжини 3...7 м; кутникові рівнобічні профілі №№ 3 – 6,3; сталі труби діаметром 30...50 мм і довжини 2,5...3 м, а також сталі шини з площею поперечного перерізу не менше 100 мм². Заземлювальні пристрої забиваються вертикально в

грунт на глибину 0,7...0,8 м і з'єднуються між собою заземлюючим провідником (сталюю шиною) за допомогою зварювання.

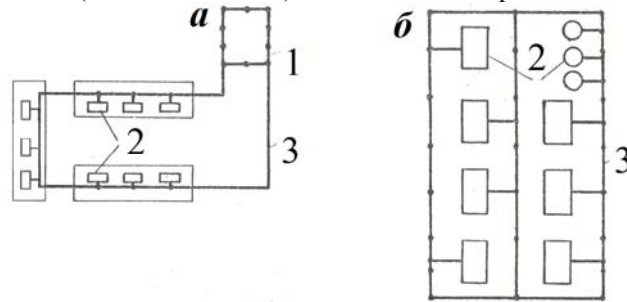


Рис. 7.7. Види захисних заземлень [14]: а – виносне, б – контурне. 1 – заземлювач, 2 – електричне обладнання, 3 – сполучні дроти

В якості заземлюючого провідника при зовнішній та підземній укладці використовують стрічкову сталь площею перерізу не менше 48 мм², всередині приміщень – перерізу не менше 24 мм², а також сталь круглого перерізу діаметром 5 або 6 мм².

Обладнання, що заземлюється, приєднується паралельно до контуру захисного заземлення за допомогою окремих провідників (рис. 7.8), які кріпляться до обладнання за допомогою зварювання або болтового з'єднання.

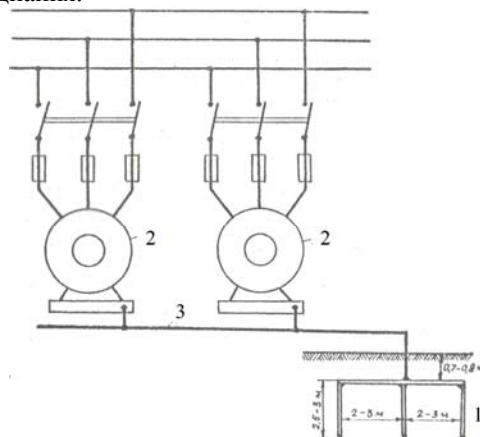


Рис. 7.8. Схема заземлення електроустановок [14]: 1 – заземлювач, 2 – електричний двигун, 3 – заземлюючі провідники

Заземлюючі провідники прокладаються відкрито по стінах будівель, оскільки вони завжди мають бути доступні до огляду. Якість

кріпленнь захисного заземлення перевіряють регулярно, а вимір його опору виконують один раз на рік. У будь-яку пору року в установках до 1000 В опір захисного заземлення не має перевищувати 4 В.

Вимір опору захисного заземлення можна виконати **методом амперметра-вольтметра** за допомогою мегомметра типу МС з використанням допоміжного заземлювача і потенціального електрода-зонда, які розташовані на достатній відстані від досліджуваного заземлювача (рис. 7.9).

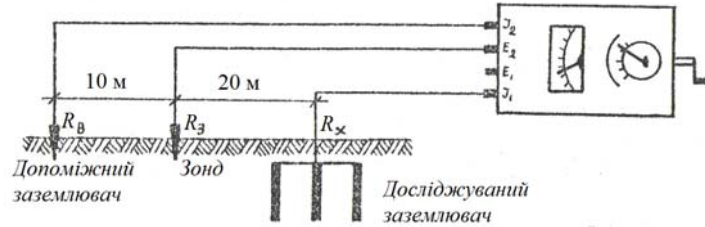


Рис. 7.9. Схема виміру опору захисного заземлення [15]

Джерелом струму в приладі є генератор постійного струму, який приводиться до обертання за допомогою ручки через редуктор. Постійний струм генератора перетворюється на змінний для зовнішнього ланцюга за допомогою переривника, завдяки чому можна виключити явище електролізу, і потім назад у постійний для ланцюгів амперметра і вольтметра.

Для виключення похибки градуювання приладу проведено для деякої величини опору потенціального ланцюга (або зонда) що перевищує 1000 Ом. Тому перед проведенням вимірів за підключених до приладу заземлювачів потенціального ланцюг вирівнюється за своїм опором до величини, при якій виконувалось градуювання. Для цієї мети слугує реостат потенціального ланцюга і перемикач.

Даний прилад має три межі вимірів: 0...10 Ом, 0...100 Ом і 0...1000 Ом. На клемовій панелі приладу знаходяться чотири вихідні затиски – два для струму (I_1 і I_2) і два для напруги (E_1 і E_2).

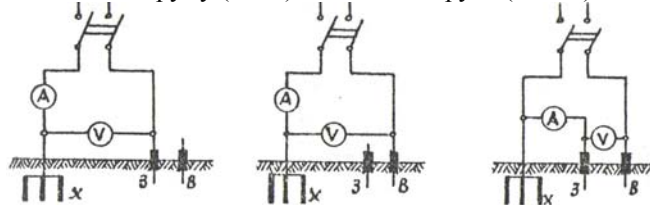


Рис. 7.10. Схема методу трьох вимірів [15]

Іншим методом виміру опору захисного заземлення є метод трьох вимірів, суть якого полягає у вимірі сили струму і напруги на кожній парі заземлювачів, як показано на рис. 7.10. Результатом кожного з вимірів є опір пари заземлювачів розтіканню струму

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}, \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}, \quad R_3 = \frac{U_3}{I_3}.$$

Після цього опір захисного заземлення визначають по формулі

$$R_x = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{2}.$$

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з конструкцією мегомметра, підключити його до досліджуваного заземлення по схемі на рис. 7.9.
2. Провести регулювання приладу, для чого перемикач встановити в положення «Регулювання», після чого одночасно обернути ручку генератора з частотою 90...120 об/хв і ручку реостата до співпадіння стрілки індикатора з червоною рисою на шкалі приладу.
3. Перевести перемикач в положення «Вимір x » і провести вимір опору захисного заземлення.
4. Уточнити вимір при положенні перемикача $x = 0,1$ або $x = 0,01$. Виміри провести три рази, після чого визначити середнє значення.
5. Результати вимірів порівняти з нормативними значеннями (Додаток С), після чого зробити висновки щодо відповідності заземлювального пристрою нормам електробезпеки.
6. Дані вимірів і розрахунків занести до звіту.

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає призначення захисного заземлення?
2. Як конструктивно виконується захисне заземлення?
3. За якої напруги змінного струму корпуси електричних установок підлягають обов'язковому заземленню у приміщеннях з підвищеною небезпекою?
4. За якої напруги постійного струму корпуси електричних установок підлягають обов'язковому заземленню у приміщеннях з підвищеною небезпекою?
5. В чому полягає принцип дії захисного занулення?
6. В яких електричних мережах виконується захисне занулення?
7. В чому полягає суть методу трьох вимірів?
8. Чи існує різниця в принципі дії захисного заземлення і захисного занулення?

РОЗДІЛ 8. ЗАХИСТ ВІД ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

8.1. Види іонізуючих випромінювань

В природі існують електромагнітні хвилі різної довжини. Шкала електромагнітних хвиль має вигляд безперервно заповненої градації від нескінченно довгих хвиль (відповідають постійному струму) до хвиль з довжиною 10^{-16} (м). Межі різних видів електромагнітного випромінювання досить умовні, а їх окремі ділянки перекриваються (рис. 8.1). Характеризуються електромагнітні хвилі способами їх збудження і методами спостереження.

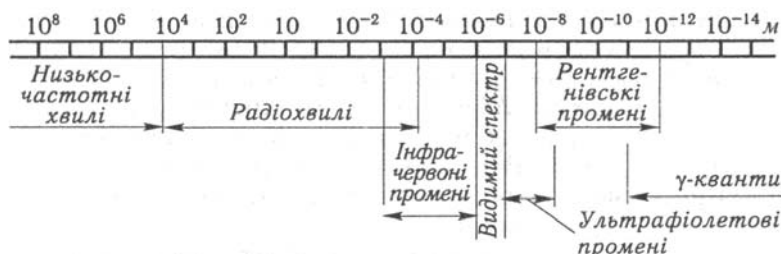


Рис. 8.1. Шкала електромагнітних хвиль [4]

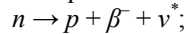
Іонізуюче випромінювання – випромінювання, взаємодія якого з речовиною призводить до утворення електричних зарядів різних знаків. Для електромагнітного випромінювання характерне явище корпускулярно-хвильового дуалізму – воно може являти собою як потік окремих часток, так і хвилю певної довжини. Нижче розглянуті усі види іонізуючих випромінювань.

1. ***α-випромінювання*** – це потік α -частинок (ядер гелію), які утворюються при радіоактивному розпаді ядер або в ядерних реакціях. Вони мають позитивний електричний заряд, рівний двом зарядам електрона ($q_\alpha = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл), а їх початкова швидкість може сягати 20000 км/с. Енергія α -частинок не перевищує декількох мегаелектронвольт ($1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}$ Дж) і рухаються вони прямолінійно. Довжина пробігу α -частинок у повітрі не перевищує 10 см. За рахунок великої маси при взаємодії із середовищем α -частинки швидко гублять свою швидкість, внаслідок чого вони мають велику іонізаційну здатність (у повітрі на 1 см шляху утворюють декілька тисяч пар іонів), через що мають незначну проникаючу здатність. Так потік α -частинок може затримати аркуш паперу.

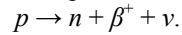
2. ***β-випромінювання*** – потік електронів або позитронів (частинок маси $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг і заряду $q_e = \pm 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), що виникає під час

радіоактивного розпаду через перетворення всередині ядер. Існує два види β -розпаду:

а) β^- -розпад, який має місце при перетворенні нейтрона на протон і супроводжується вильотом електрона і антинейтрино



б) β^+ -розпад, який має місце при перетворенні протона на нейтрон і супроводжується вильотом позитрона і нейтрино



Швидкість β -частинок перебуває в межах 0,3 – 0,99 швидкості світла, а їх енергія не перевищує 2 МеВ. Довжина пробігу в повітрі становить 1,8 м (в м'яких тканинах тіла – 2,5 см), β -частинки мають значно меншу іонізуючу здатність ніж α -випромінювання. На 1 см пробігу вони в середньому утворюють кілька десятків пар іонів, а для повного поглинання потоку β -частинок максимальної енергії 2МеВ, достатньо 3,5-міліметрового листа алюмінію.

3. **γ -випромінювання** – електромагнітне випромінювання, яке виділяється ядрами атомів в процесі радіоактивних перетворень окремими порціями (квантами) і розповсюджується у вакуумі зі швидкістю світла ($3 \cdot 10^8$ м/с).

Гама-промені через відсутність електричного заряду не відхиляються електричними і магнітними полями, мають меншу іонізуючу здатність ніж інші види випромінювання. Проте висока енергія (0,01 – 3 МеВ) разом із малою довжиною хвилі зумовлюють надзвичайно велику проникність γ -променів (вільно проходять крізь шар свинцю товщиною 5 см). Гама-кванти характеризуються найбільш сильною з усіх видів випромінювання дією на організм людини, оскільки вони наскрізь пронизують тіло людини.

4. **Рентгенівське випромінювання** – вид електромагнітного випромінювання, енергія якого не перевищує 1 МеВ. Воно може бути одержане в спеціальних рентгенівських трубках або прискорювачах електронів. Рентгенівське випромінювання, як і гама-випромінювання, має малу іонізуючу здатність і велику глибину проникнення.

5. **Нейтронне випромінювання** – це потік нейтронів (незаряджених частинок маси $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27}$ кг). Залежно від енергії розрізняють *повільні нейтрони* (з енергією менше 1 кеВ), нейтрони *проміжних енергій* (від 1 до 500 кеВ) та *швидкі нейтрони* (від 500 кеВ до 20 МеВ). Різновидом повільних нейтронів є **теплові** нейтрони, енергія яких менша 0,2 еВ, які перебувають у стані термодинамічної рівноваги з тепловим рухом атомів середовища.

При непружній взаємодії нейтронів з ядрами атомів середовища виникає вторинне випромінювання, яке складається із заряджених

частинок і гама-квантів, якщо ж відбувається пружна взаємодія, то спостерігається іонізація речовини.

Проникаюча здатність нейтронів значно вища, ніж α - та β -частинок, так довжина пробігу нейтронів проміжних енергій становить близько 15 м у повітрі і 3 см у тканинах людини, а для швидких іонів цей показник відповідно 120 м і 10 см. Така проникаюча здатність свідчить про велику небезпеку іонізації для здоров'я та життя людини, причому особливо сильну вражаючу силу нейтронний потік має при внутрішньому опроміненні.

8.2. Кількісні характеристики опромінення

Основною характеристикою дії іонізуючого випромінювання є ступінь опромінення об'єкта, тому для оцінки впливу випромінювання на об'єкт введено поняття поглинутої дози випромінювання.

Продукти розпаду ядер вилітають з величезною швидкістю і, зустрівши на своєму шляху перепону, зумовлюють в ній різні зміни. Тому вплив випромінювання на речовину буде тим більше, чим більше відбудеться розпадів ядер за одиницю часу.

Активність препарату – кількість розпадів радіоактивних ядер за одиницю часу:

$$A = \frac{dN}{dt}. \quad (8.1)$$

Одиницею активності є Беккерель (Бк) – активність препарату, в якому відбувається один розпад в секунду. На практиці використовують позасистемну одиницю кюрі (Ки)

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}.$$

Доза опромінення – міра дії рентгенівського і радіоактивного випромінювань на речовину. Доза опромінення буває двох видів:

1. **Поглинута доза** – енергія випромінювання, поглинута одиницею маси опромінюваного середовища

$$D = \frac{dW}{dm}. \quad (8.2)$$

У системі СІ одиницею виміру поглинутої дози є грей (Гр) – 1 Дж енергії іонізуючого випромінювання, поглинений в масі речовини, яка дорівнює 1 кг. Також використовується позасистемна одиниця – рад

$$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}.$$

2. **Експозиційна доза** – відношення сумарного заряду іонів одного знаку, що утворилися в певному об'ємі повітря, до маси повітря в даному об'ємі

$$D = \frac{\sum q}{m}. \quad (8.3)$$

Одиницею виміру в системі СІ є кулон на кілограм (Кл/кг), проте на практиці використовується позасистемна одиниця – рентген (Р)

$$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг.} \quad (8.4)$$

Рентген – доза випромінювання, під дією якої в одному кубічному сантиметрі сухого повітря за нормальних умов (температура 0 °С, тиск 10^5 Па) утворюється $2,08 \cdot 10^{15}$ пар іонів, що відповідає поглинутій енергії близько $8,8 \cdot 10^{-3}$ Дж.

Відомо, що різні види випромінювання здійснюють різну дію на людський організм при однаковій дозі поглинання. Тому для оцінки дії різних випромінювань на біологічні об'єкти введена *еквівалентна доза* – добуток поглинутої дози на коефіцієнт якості випромінювання K , значення якого наведені в табл. 8.1

$$H = DK. \quad (8.5)$$

Одиницею еквівалентної дози в системі СІ прийнято зіверт (Зв), також використовується позасистемна одиниця бер (біологічний еквівалент рада)

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ бер.}$$

Таблиця 8.1

Коефіцієнт якості випромінювання

Вид випромінювання	Коефіцієнт К
γ -випромінювання	1
Рентгенівське випромінювання	1
α -випромінювання	20
β -випромінювання	1
Теплові нейтрони	3
Нейтрони з енергією від 0,1 до 10 МеВ	10
Нейтрони з енергією від 10 до 20 МеВ	3

З табл. 8.1 видно, що за однакової поглиненої дози α -випромінювання у 20 разів небезпечніше за β - або γ -випромінювання, тому дозу слід помножити на коефіцієнт K , який характеризує здатність даного виду випромінювання пошкоджувати тканини організму.

8.3. Дія іонізуючого випромінювання на організм

Іонізуюче випромінювання діє на органічні речовини – білки, жири, вуглеводи, оскільки надлишкова енергія є каталізатором різних хімічних реакцій, які в звичайних умовах би не відбувалися або відбувалися значно повільніше. Біологічна дія іонізуючих випромінювань призводить до зміни структури або руйнування різних органічних речовин (молекул), з яких складається організм людини, що порушує біохімічні процеси, які відбуваються в клітинах, або ж навіть їх загибель, внаслідок чого уражається весь організм.

Одним із проявів дії іонізуючого випромінювання на організм людини є *радіоліз* – розклад води, що міститься в тканинах організму, з утворенням водню, кисню, двоокису водню H_2O_2 , іонів OH і HO_2 . Ці продукти розкладу мають сильні окислювально-відновлювальні властивості, через що викликають руйнування багатьох органічних речовин організму людини.

Гама-, рентгенівське та нейтронне випромінювання діють на живі організми через вільні електрони, які утворюються при іонізації речовини. Опромінення організму може бути зовнішнім або внутрішнім.

Зовнішнє опромінення відбувається за рахунок впливу на організм іонізуючих випромінювань від зовнішніх джерел: космічних променів, природної радіоактивності, штучних джерел рентгенівського та нейтронного випромінювання, які використовуються у техніці та медицині (прискорювачі заряджених частинок, ядерні реактори тощо). Воно викликає хронічні захворювання шкіри, які супроводжуються її сухістю, утворенням тріщин і навіть відкритих ран, виразками, на місці яких можуть розвиватись злоякісні пухлини.

Внутрішнє опромінення спричиняють радіоактивні речовини, які потрапили всередину організму дихальними шляхами або шлунково-кишковим трактом в процесі їди, куріння, пиття забрудненої води, а також через відкриті рани. Внутрішнє опромінення викликає виразки різних органів, які тривалий час не заживають, а також злоякісні пухлини.

Іонізуюче випромінювання спричиняє **променеву хворобу**, яка має три стадії:

Перша (легка) стадія характеризується симптомами слабкості, порушенням сну, втратою апетиту, болем голови, запамороченням і погіршенням пам'яті. Нижній рівень опромінення даної форми 1 Зв (100 бер).

Друга стадія – поглиблюються симптоми першої, до яких додаються порушення діяльності серцево-судинної системи, обміну речовин і складу крові, розлади шлунку.

Третя (тяжка) стадія – характерні крововиливи, порушення діяльності центральної нервової системи та статевих залоз, випадання волосся. Наступає при еквівалентній дозі опромінення 4,3 Зв (430 бер) і у 50% випадків викликає смерть. При дозі опромінення 5,5 Зв смерть настає у 100% випадків.

Люди, які перенесли променеву хворобу, часто страждають захворюваннями кровотворних органів (білокрів'я), раком тканин. Опромінення спричиняє також порушення спадкової інформації, може

викликати мутації. Процес ураження організму людини поділяють на декілька стадій:

рання реакція – настає через кілька годин після опромінення, проявляється у почервонінні шкіри, яке досить швидко зникає;
інкубаційний період – період розвитку захворювання, при якому зовнішні ознаки відсутні;

період гострого запалення – розпочинається з почервоніння, після якого з'являються пухирі, наповнені прозорою рідиною, які тріскають і на їх місці часто утворюються виразки, що дуже довго не загоюються.

8.4. Санітарні норми опромінення

Відповідно до «Норм радіаційної безпеки України» (НРБУ-97) передбачено три категорії працівників, які ризикують зазнати опромінення, та встановлено норми опромінення для кожної категорії:

Категорія А – персонал, який постійно або тимчасово працює з джерелами опромінювання. Для працівників категорія А встановлена **гранично допустима доза (ГДД)** – найвище значення індивідуальної еквівалентної дози за рік, яке не викликає змін у здоров'ї людей впродовж 50 років при сталому рівні опромінення.

Категорія Б – частина населення, яка не працює з радіоактивними речовинами, але через розміщення робочих місць чи проживання може бути піддана впливу джерел випромінювання. Для працівників категорії Б встановлена **гранична доза (ГД)** – найбільше середнє значення індивідуальної еквівалентної дози за календарний рік, при якому рівномірне опромінення впродовж 70 років не викликає порушень здоров'я.

Категорія В – усе інше населення України.

У табл. 8.2 наведено норми радіаційної безпеки для вказаних категорій.

Таблиця 8.2
Норми радіаційної безпеки

Категорія	День	Тиждень	Рік
А	0,017 бер	0,1 бер	5 бер
Б	0,017 бер	0,01 бер	0,5 бер
В	Не вище, ніж для категорії Б		

Загальний ефект опромінювання істотно залежить від того, чим він спричинюється – разовою дозою, чи серією менших доз, опромінюється увесь організм, чи тільки окрема його частина. Так опромінювання дозою 1000 Р усього тіла призводить до фатального наслідку, а незначної частину тіла – лише до опіків або виразок. У

табл. 8.2 наведені основні межі зовнішнього та внутрішнього опромінення залежно від радіочутливості органів.

Таблиця 8.3

Дози опромінення груп органів

Групи органів	ГДД для категорії А, бер/рік	ГД для категорії Б, бер/рік
I група (все тіло, гонади, червоний кістковий мозок)	5	0,5
II група (м'язи, печінка, легені, селезінка, нирки)	15	1,5
III група (шкіра, кістки, гомілки, стопи)	30	3

8.5. Методи та засоби радіаційної безпеки

Радіаційна безпека – комплекс заходів, спрямованих на недопущення перевищення допустимих доз радіації, а також доведення їх до якомога нижчого рівня. Такими заходами є захист від зовнішніх джерел опромінювання, попередження розповсюдження радіонуклідів, планування та підготовка приміщень, організація радіаційного контролю, забезпечення належних умов транспортування радіоактивних речовин, використання засобів індивідуального захисту.

Основними методами радіаційного захисту є:

1. *Захист відстанню* – реалізується через використання різних пристосувань (довгих захватів) і дистанційних технологій, що оберігають персонал від безпосереднього контакту з радіоактивною речовиною.
2. *Захист часом* – забезпечується зведенням до мінімуму тривалості технологічних операцій, які вимагають знаходження персоналу в зоні радіаційного забруднення.
3. *Архітектурні заходи* – приміщення з радіоактивними речовинами мають бути ізольовані від інших приміщень, оснащені системою вентиляції з високою кратністю повітрообміну, будівельні конструкції не повинні мати тріщин, щоб не допускати накопичення там радіоактивного пилу. Стіни, стелі і двері мають бути вкриті олійною фарбою, а підлоги – матеріалами, які не поглинають рідини (лінолеум, пластик). Вологе прибирання приміщень проводиться щоденно, а генеральне прибирання з обов'язковим миттям гарячою мильною водою стін, вікон, дверей, меблів і обладнання – не менше одного разу в місяць.

4. *Коллективні засоби захисту* призначені для захисту усього персоналу від дії радіації. До них відносяться стаціонарні та пересувні екрани, контейнери для транспортування і збереження джерел іонізуючих випромінювань, захисні сейфи, бокси. Стаціонарними екранами є стіни, підлога, стелі, виготовлені з захисних матеріалів. У якості пересувних екранів застосовують щити, які поглинають або ж послаблюють випромінювання.

Для виготовлення стаціонарних екранів використовують цеглу, бетон, і штукатурку, до складу яких входить сульфат барію. Такі екрани надійно захищають працюючих від гама- і рентгенівського випромінювання. Матеріал для виготовлення пересувних екранів вибирають залежно від виду випромінювання: захист від α -променів забезпечує екран звичайного або органічного скла і навіть шар повітря в декілька сантиметрів, від β -променів – екрани із алюмінію або пластмаси, органічне скло. Від γ -квантів і рентгенівських променів захищають екрани із свинцю, сталі, вольфрамових сплавів. Для оглядових отворів використовують прозоре свинцеве скло. Нейтронне випромінювання може бути погашене матеріалами, які містять в собі водень (вода, парафін), а також берилій, графіт, сполуки бору, також від нього надійно захищає бетон.

Для виготовлення сейфів, в яких встановлюють джерела випромінювання, застосовують свинець і сталь. Захисні контейнери та збірники для радіоактивних відходів виготовляють зі свинцю, сталі, органічного скла. Небезпечна зона має бути маркована знаками, що застерігають.

5. *Індивідуальні засоби* – протигази, респіратори, спеціальний одяг (бавовняні халати, комбінезони, напівкомбінезони, рукавники, штани, фартухи). В умовах значного радіаційного забруднення для захисту працюючих використовують скафандри з пластмасових матеріалів з піддувом гнучкими шлангами повітря або забезпечені кисневим апаратом. Для підтримання нормальної температури в скафандрі витрати повітря мають становити 150 – 200 л/хв. Органи зору захищають окулярами зі скла, яке містить у складі свинець або фосфат вольфраму. Робітники, що контактують із джерелами випромінювання, захищають очі спеціальними щитками із органічного скла.

Захист від внутрішнього опромінювання полягає у виключенні контакту з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді, запобіганні їх потраплянню всередину організму, в повітря робочої зони, попередженні радіоактивного забруднення рук, одягу, поверхонь приміщень та обладнання.

Практичне заняття № 8

ДОЗИМЕТРІЯ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

Мета заняття: засвоїти алгоритм дозиметричних розрахунків доз опромінення від природних джерел іонізуючого випромінювання.

Задача 1. Космічне випромінювання утворює біля поверхні землі на широті Луганської області в середньому $N = 24$ пари іонів у об'ємі повітря $V = 1 \text{ см}^3$ за час $t = 10 \text{ с}$. Визначити експозиційну дозу опромінення, яку отримає людина в даній місцевості протягом одного року.

Розв'язання

Спочатку слід визначити масу повітря у даному об'ємі. Для цього запишемо рівняння стану ідеального газу

$$PV = \frac{m}{\mu} RT,$$

звідки і знайдемо масу повітря при нормальних умовах

$$m = \frac{\mu PV}{RT} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \cdot 10^{-6}}{8,31 \cdot 273} = 1,28 \cdot 10^{-6} \text{ (кг)},$$

де $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ – молярна маса повітря, $P = 10^5 \text{ Па}$ – атмосферний тиск, $R = 8,31 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ – універсальна газова стала.

Сумарний заряд іонів одного знаку, які утворюються у вказаному об'ємі, визначаємо по формулі

$$\sum q = Ne = 24 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,84 \cdot 10^{-18} \text{ (Кл)},$$

де $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ – одиничний електричний заряд.

Далі знаходимо потужність дози опромінення

$$X = \frac{\sum q}{mt} = \frac{3,84 \cdot 10^{-18}}{1,28 \cdot 10^{-6} \cdot 10} = 3 \cdot 10^{-13} \text{ (А/кг)}.$$

Експозиційну дозу, отриману людиною при іонізації повітря космічним випромінюванням, можна знайти по формулі

$$D = Xt_1 = 3 \cdot 10^{-13} \cdot 1 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 9,46 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл/кг)},$$

де t_1 – час, за який визначається експозиційна доза, с.

Отриманий результат виразимо в рентгенах, скориставшись (8.4)

$$D = 9,46 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \right) = \frac{9,46 \cdot 10^{-6}}{2,58 \cdot 10^{-4}} = 0,0367 \text{ (Р)} = 36,7 \text{ (мР)}.$$

Завдання до самостійної роботи № 8

На відстані r_1 від точкового джерела γ -випромінювання потужність експозиційної дози дорівнює X . Визначити час t , протягом якого можна знаходитися на відстані r_2 від даного джерела, якщо гранично допустима експозиційна доза дорівнює $D = 5,16 \cdot 10^{-6}$ Кл/кг. Поглинанням γ -квантів у повітрі знехтувати. Дані до розрахунку взяти з табл. 8.4.

Таблиця 8.4

№ варіанту	r_1 , см	r_2 , м	$X \cdot 10^{-6}$, А/кг
1	20	2	3,0
2	25	3	3,5
3	30	4	3,0
4	20	5	4,5
5	20	6	4,0
6	25	7	6,0
7	30	7	4,0
8	20	8	3,0
9	25	5	4,0
10	30	6	3,0
11	20	7	4,5
12	25	8	4,0
13	30	5	3,3
14	20	6	4,0
15	25	7	3,0
16	30	8	4,0
17	20	5	3,5
18	25	6	4,0
19	30	7	4,0
20	20	8	3,5
21	25	5	4,5
22	30	6	3,5
23	20	7	2,8
24	25	8	5,0
25	30	5	4,0
26	20	6	3,5
27	25	7	3,0
28	30	8	2,5
29	20	5	4,0
30	25	6	4,5

Лабораторна робота № 8

ПРИБОРИ І МЕТОДИ РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ

Мета роботи: ознайомитись з конструкцією і принципом дії дозиметрів, засвоїти методику виміру радіаційного фону на робочих місцях, навчитися визначати ефективну дозу опромінення.

Прибори та інструменти: дозиметр ДКГ-01Д «Гарант».

Теоретична частина

Радіаційна безпека населення – система заходів по захищенню не тільки сучасного людства, а й майбутніх поколінь від шкідливої дії іонізуючого випромінювання. Іонізуючим є випромінювання, яке при взаємодії з середовищем призводить до утворення електричних зарядів різних знаків. Найбільш небезпечним з усіх видів випромінювання є γ -випромінювання (радіація). Джерела радіації прийнято поділяти на природні та штучні.

Природний радіаційний фон – доза випромінювання, що створюється космічними променями і природними радіонуклідами, які містяться в землі, воді, повітрі, інших елементах біосфери, харчових продуктах і організмі людини. Радіоактивний фон присутній скрізь і завжди, його рівень в різних регіонах коливається відносно певного середнього значення. Він залежить від висоти території над рівнем моря і геологічної будови кожного конкретного району.

Нормальним вважається рівень зовнішнього опромінення тіла до 0,2 мікрозіверт за годину (до 20 мікрорентген за годину), а максимальним безпечним є рівень природної радіації 0,5 мікрозіверт за годину (до 50 мікрорентген за годину).

Поглинена доза опромінення накопичується в організмі, її сумарне значення за усе життя не повинне перевищувати 100 – 700 мЗв (верхня межа інтервалу відноситься до мешканців високогірних районів і районів з підвищеною природною радіоактивністю ґрунтів, підземних вод і гірських порід). Нижче наведені річні показники опромінення організму людини на рівні моря від різних природних джерел радіоактивності: сонячна радіація – 0,3 мілізіверта за рік (на висоті 2 км втричі більше); ґрунт і гірські породи – 0,5 мЗв/рік (на гранітах близько 1 мЗв/рік); житло та інші будівельні конструкції – 0,3 мЗв/рік; їжа – до 0,02 мЗв/рік; питна вода – до 0,1 мЗв/рік (при щоденному споживанні 2 літрів); повітря – 0,2 мЗв/рік (радон і продукти його розпаду).

Окрім природних існують також разові (вимушені) опромінення: флюорографія, рентген легенів – до 3 мЗв, рентгенівський знімок у

зубного лікаря – 0,2мЗв, переліт на літаку – 0,005...0,020 мілізіверт за годину (основний вклад від сонячної радіації при польоті на висоті близько 10 км, максимальні значення у період сонячної активності), сканери (інтроскопи) в аеропортах - до 0,001 мЗв за один акт перевірки пасажирів.

Іонізуюче радіоактивне опромінення, вживане в медицині для діагностики і лікування (флюорографія, рентгенографія і комп'ютерна томографія), при частому і надмірному застосуванні може зашкодити здоров'ю. Тому встановлена максимальна ефективна доза опромінення від даних джерел – 1 мілізіверт.

Окрім медицини природні і штучні джерела радіації (гамма- і рентгенівського випромінювання, нейтронів), у тому числі і великої потужності, застосовуються для фізичних, фізико-хімічних і біологічних досліджень, для дефектоскопії (контролю якості внутрішньої структури матеріалів), при пошуках корисних копалин, свердловинних дослідженнях і так само інше. Для роботи з джерелами опромінювання потрібний надійний біологічний захист персоналу, чітке дотримання техніки безпеки. Людський організм не здатен за допомогою своїх органів чуття сприймати наявність радіоактивних речовин і їх випромінювання (до не смертельних значень), тому потрібні спеціальні вимірювальні прилади – дозиметрична і радіометрична апаратура.

Радіометри – використовуються для виміру щільності потоку і потужності доз іонізуючого випромінювання, а також активності радіонуклідів.

Спектрметри – призначені для вивчення розподілу випромінювань за енергіями, зарядом і масами, тобто для детального аналізу зразків матеріалів, що є джерелами іонізуючого випромінювання.

Дозиметри – застосовують для виміру індивідуальної еквівалентної дози і потужності доз рентгенівського, β - і γ -випромінювань в діапазоні енергій від 0,05 до 3 МеВ. Найбільш поширеними моделями дозиметрів є ДКГ і ДКС (індивідуальні), МКС (дозиметр-радіометр), за класом точності і опціями вони поділяються на побутові та професійні, по конструкції – на переносні та стаціонарні.

В якості детектора радіації зазвичай застосовують лічильник Гейгера-Мюллера. Бета-фільтр виготовляється двошаровим із міді та свинцю, який з усіх боків екранує датчик. Широкий діапазон вимірів та висока точність і надійність в роботі характерні лише для приладів професійного класу, але їх ціна значно вища, ніж у побутових моделей.

Для радіометричних приладів характерне значне розсіяння відліків (до 40%), тому для зменшення похибки результатів хоча б до 15% збільшують кількість і час дослідів (у тому числі з використанням дублюючих апаратів). Виробники зменшують похибку приладів за рахунок підвищення чутливості, збільшуючи кількість і якість детекторів іонізуючого випромінювання (газорозрядних лічильників або різних видів сцинтиляторів) в радіометричних приладах. Додаткові похибки приладів також викликають: температура, відмінна від кімнатної (змінює параметри електричної схеми на 15%), підвищена вологість і конденсат (на 10%), ступінь зарядженості батареї (на 10%), варіації космічного випромінювання. Всі згадані фактори разом утворюють інтегральну похибку.

Періодична повірка та калібрування приладів радіаційної безпеки проводиться один раз на рік – це стандартний часовий інтервал для апаратури. Побутові радіометри і дозиметри повірці не підлягають – їх можна звірити по новим, нещодавно купленим або щойно повіреним приладам, проводячи паралельні заміри в режимі підвищеної точності, "на рівному полі".

Результати вимірів, отримані за допомогою побутових приладів, не можуть бути використані для офіційних висновків державними органами. Для цього потрібна професійна і сертифікована апаратура, яка отримала державну повірку, і кваліфікований спеціаліст, здатний правильно провести вимірювання, виконати розрахунки і оформити результати.

Для виконання лабораторної роботи використовується дозиметр ДКГ-01Д «Гарант» (рис. 8.2), розроблений у 2008 році з використанням сучасної елементної бази і програмних рішень. Призначенням даного дозиметра є виміри еквівалентної потужності γ -випромінювання, еквівалентної дози γ -випромінювання, робота в якості датчика при моніторингу місцевості, робота в якості зйомного блоку детектування в багатоканальних системах.



Рис. 8.2. Дозиметр ДКГ-01Д

Даний дозиметр вимірює γ -випромінювання в широкому діапазоні потужностей доз. Завдяки високій чутливості детектора результати вимірювань на рівні природного фону може бути отриманий за досить короткий час. ДКГ-01Д обладнаний великим

графічним дисплеєм, який дає змогу розрізняти інформацію з відстані більше десяти метрів.

Порядок виконання роботи

1. Детально ознайомитися з конструкцією та принципом дії дозиметра ДКГ-01Д «Гарант», з'ясувати призначення складових частин даного приладу, отримати у викладача інструктаж щодо методів роботи з дозиметром.
2. За допомогою клавіші «Меню» встановити на рідкокристалічному дисплеї приладу режим вимірювання еквівалентної дози γ -квантів.
3. Виміряти рівень природного радіаційного фону $d_{зов}$ на відкритому повітрі у трьох точках на відстані не менше 15 м одна від одної та від найближчих будівель.
4. Виміряти рівень зовнішнього радіаційного фону всередині вказаного викладачем приміщення $d_{пр}$ у трьох найбільш віддалених одна від одної точках.
5. Визначити річний рівень опромінювання на робочому місці, якщо робочий тиждень складає 40 годин.
6. Визначити річний рівень опромінювання на відкритому повітрі за умов двогодинного щоденного перебування на ньому.
7. Визначити сумарне річне опромінення людини, зробити висновки щодо його рівня.
8. Результати вимірів і розрахунків занести до табл. 8.5 звіту.

Таблиця 8.5. Результати вимірів і розрахунків

№ дослід	$d_{зов}$, мкР	$d_{пр}$, мкР	$H_{роб}$, Зв/рік	$H_{пов}$, Зв/рік	$H_{сум}$, Зв/рік
1 дослід					
2 дослід					
3 дослід					

Питання для самоконтролю

1. Яке випромінювання називається іонізуючим?
2. У чому полягає суть процесу іонізації речовини?
3. Які види іонізуючих випромінювань вам відомі?
4. Яке з випромінювань має найбільшу проникну здатність?
5. Що характеризує коефіцієнт якості випромінювання?
6. За яких умов відбувається генерація γ -випромінювання?
7. В чому полягає відмінність γ -випромінювання від рентгенівського?
8. Якими величинами характеризується дія випромінювання на біологічні об'єкти?

ЗАКОНОДАВЧІ І НОРМАТИВНІ АКТИ ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ

1. Конституція України. – К.: Офіційне видавництво Верховної Ради, 1996.
2. Кодекс законів про працю України. – К., 1997.
3. Закон України «Про охорону праці». – Постанова Верховної Ради України від 14 жовтня 1994 р. /Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 1. – К., 1995. С. 3 – 29.
4. Закон України «Про внесення змін і доповнень, що стосуються охорони праці, до Кодексу законів про працю України». – Постанова Верховної Ради України від 15 грудня 1993 р. /Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 1. – К., 1995. С. 31 – 41.
5. Закон України «Про підприємства в Україні».
6. Закон України «Про пожежну безпеку».
7. Закон України «Про колективні договори і угоди» / Голос України. 1993. – 15 липня.
8. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». – Охорона праці. – 1999. – № 11.
9. Міжнародне законодавство про охорону праці. Конвенції та рекомендації МОП. – К., 1997.
10. Положення про Національну раду з питань безпечної життєдіяльності населення. – Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 15 вересня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. I. – К., 1995. С. 45 – 46.
11. Типове положення про службу охорони праці. – Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 3 серпня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 1. – К., 1995. С. 48 – 66.
12. Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства. Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 3 серпня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). Т. 1. – К., 1995. С. 68 – 71.
13. Типове положення про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці. Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 28 грудня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 1. – К., 1995. С. 73 – 77.

14. Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на підприємствах, в установах і організаціях. – К., 1998.
15. Правила відшкодування власником підприємства, установи і організації або уповноваженим ним органом шкоди, заподіяної працівникові ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ним трудових обов'язків. – Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 24 червня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 1. – К., 1995. С. 145 – 157.
16. Положення про державний, галузеві, регіональні фонди охорони праці та фонди охорони праці підприємств. – Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 1. – К., 1995. С. 208 – 212.
17. Положення про порядок накладення штрафів на підприємства, установи і організації за порушення нормативних актів про охорону праці. Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 17 вересня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 1. – К., 1995. С. 226 – 231.
18. Перелік робіт з підвищеною небезпекою. Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 30 листопада 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 1. – К., 1995. С. 195 – 202.
19. Перелік робіт, де є потреба у професійному доборі. Затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України та Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 23 вересня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 3. – К., 1995. С. 64 – 68.
20. Список важких робіт і робіт з шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх. Затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31 березня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 3. – К., 1995. С. 71 – 166.
21. Перелік важких робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок. Затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 29 грудня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 3. – К., 1995. С. 33 – 60.
22. Положення про медичний огляд працівників певних категорій. Затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31 березня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 3. – К., 1995. С. 4—31.

23. Спільні рекомендації державних органів і профспілок щодо змісту розділу «Охорона праці» у колективному договорі (угоді, трудовому договорі) /Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 1. – К., 1995. С. 239 – 250.
24. Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці. Затв. наказом Державного комітету по нагляду за охороною праці від 31 березня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). – Т. 2. – К., 1995. С. 33 – 52.
25. Закон України «Про внесення змін до кодексу України про адміністративні правопорушення щодо посилення адміністративної відповідальності у вигляді штрафу». – Постанова Верховної Ради України від 7 лютого 1997 р. /Відомості Верховної Ради України. – 1997. – № 14. С. 211 – 240.
26. Закон України «Про пожежну безпеку».
27. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН245-71. – Утв. Минздравохранения СССР.
28. Витяг з Державного реєстру міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці. Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 6.02.95 р. № 12.
29. ГОСТ 120.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
30. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
31. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
32. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
33. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
34. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
35. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
36. ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
37. ГОСТ 12.1.036-81. ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.
38. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ДОДАТКИ

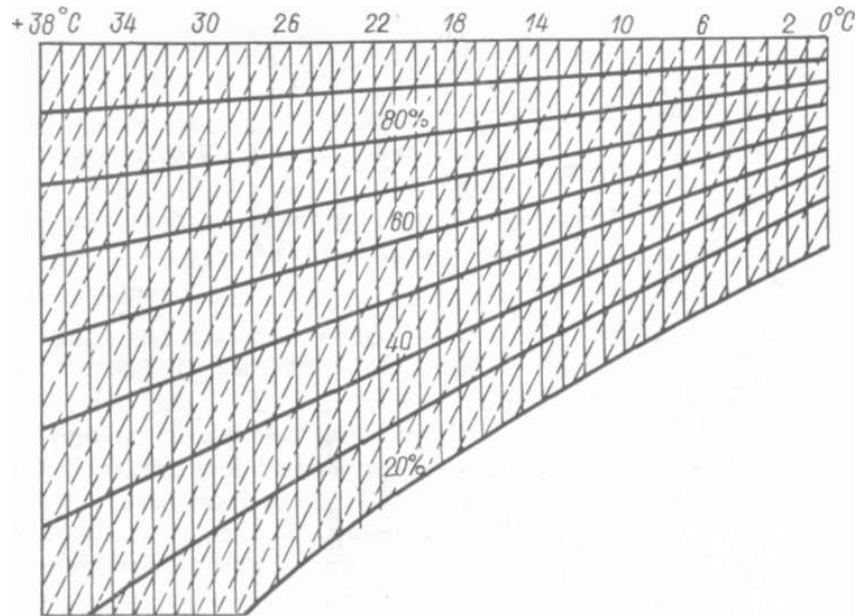
Додаток А. Грецький алфавіт

A, α – альфа	I, i – йота	P, ρ – ро
B, β – бета	K, κ – капа	Σ, σ – сіґма
Γ, γ – гамма	Λ, λ – лямбда	T, τ – тау
Δ, δ – дельта	M, μ – мю	Y, υ – іпсилон
E, ε – епсилон	N, ν – ню	Φ, ϕ – фі
Z, ζ – дзета	Ξ, ξ – ксі	X, χ – хі
H, η – ета	O, o – омікрон	Ψ, ψ – псі
Θ, θ – тета	Π, π – пі	Ω, ω – омега

Додаток Б. Психрометрична таблиця

Показання сухого термометра, °C	Різниця показань сухого та вологого термометрів, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Відносна вологість, %										
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33

Додаток В. Психрометричний графік



Додаток Г. Кратні та часткові одиниці

Множник	Назва	Позначення	Множник	Назва	Позначення
10^{18}	екса	Е	10^{-1}	деци	д
10^{15}	пета	П	10^{-2}	санті	с
10^{12}	тера	Т	10^{-3}	мілі	м
10^9	гіга	Г	10^{-6}	мікро	мк
10^6	мега	М	10^{-9}	нано	н
10^3	кіло	к	10^{-12}	піко	п
10^2	гекто	г	10^{-15}	фемто	ф
10	дека	да	10^{-18}	атто	а

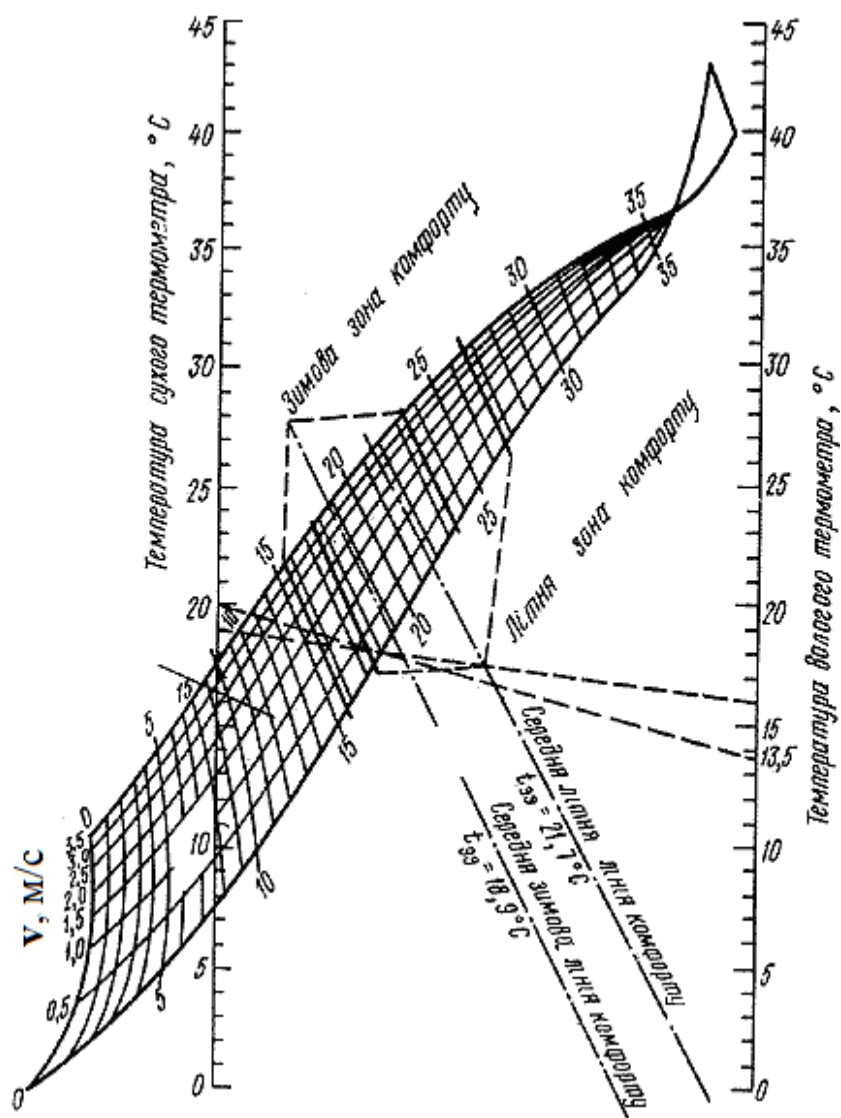
Додаток Д. Визначення швидкості руху повітря кататермометром

H/Q	v, м/с	H/Q	v, м/с
0,33	0,048	0,59	0,97
0,34	0,062	0,60	1,00
0,35	0,077	0,61	1,03
0,36	0,09	0,62	1,07
0,37	0,11	0,63	1,11
0,38	0,12	0,64	1,15
0,39	0,14	0,65	1,19
0,40	0,16	0,66	1,23
0,41	0,18	0,67	1,27
0,42	0,20	0,68	1,31
0,43	0,22	0,69	1,35
0,44	0,25	0,70	1,39
0,45	0,27	0,71	1,43
0,46	0,30	0,72	1,48
0,47	0,33	0,73	1,52
0,48	0,36	0,74	1,56
0,49	0,40	0,75	1,60
0,50	0,44	0,76	1,65
0,51	0,48	0,77	1,70
0,52	0,52	0,78	1,75
0,53	0,57	0,79	1,79
0,54	0,62	0,80	1,84
0,55	0,68	0,81	1,89
0,56	0,73	0,82	1,94
0,57	0,80	0,83	1,98
0,58	0,88	0,84	2,03

Додаток Е. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v

Кількість заземлювачів	Відношення $K = a/l$		
	1	2	3
2	0,84 – 0,87	0,90 – 0,92	0,93 – 0,95
3	0,76 – 0,80	0,85 – 0,88	0,90 – 0,92
5	0,67 – 0,72	0,79 – 0,83	0,85 – 0,88
10	0,56 – 0,62	0,72 – 0,77	0,79 – 0,83
15	0,51 – 0,56	0,66 – 0,73	0,76 – 0,80
20	0,47 – 0,50	0,65 – 0,70	0,74 – 0,79

Додаток С. Номограма повітря робочої зони



Додаток Ж. Санітарні норми температури

№	Тип виробничого приміщення	Норма температури
1	Дільниця зберігання автомобілів	3...8°C
2	Дільниця технічного обслуговування	15...17°C
3	Складські приміщення	10...12°C
4	Цех механічної обробки матеріалів	13...15°C
5	Навчальні аудиторії	18...20°C
6	Кабінет технічної праці	15...20°C
7	Адміністративно-побутові приміщення	17...21°C
8	Дільниця ремонту паливної апаратури	18...20°C
9	Інструментальне відділення	17...20°C
10	Дільниця фарбування автомобілів	16...20°C

Додаток З. Норми природного освітлення робочих місць

Виробнича дільниця	Коефіцієнт природної освітленості КПО, %	
	<i>Верхнє або комбіноване</i>	<i>Бокове</i>
Миття автомобілів	4	1,2...1,5
Поточного ремонту	4	1,2...1,5
Ремонту електричного обладнання	5	1,6...2,0
Технічного обслуговування (ТО)	4	1,2...1,5
Дефектування	5	1,6...2,0
Фарбування автомобілів	5	1,2...1,5
Комплектування	4	1,2...2,5
Шиномонтажна	4	1,6...2,0
Ремонту паливної апаратури	5	1,6...2,0
Балансувальна	4	1,6...2,0
Агрегатна	5	2
Ковальсько-ресорна	4	1,2...1,5
Мідницько-жерстяницька	4	1,6...2,0
Оббивних робіт	5	2
Проварювально-сушарська	4	1,6...2,0
Випробування двигунів	5	2
Акумуляторна	4	1,6...2,0

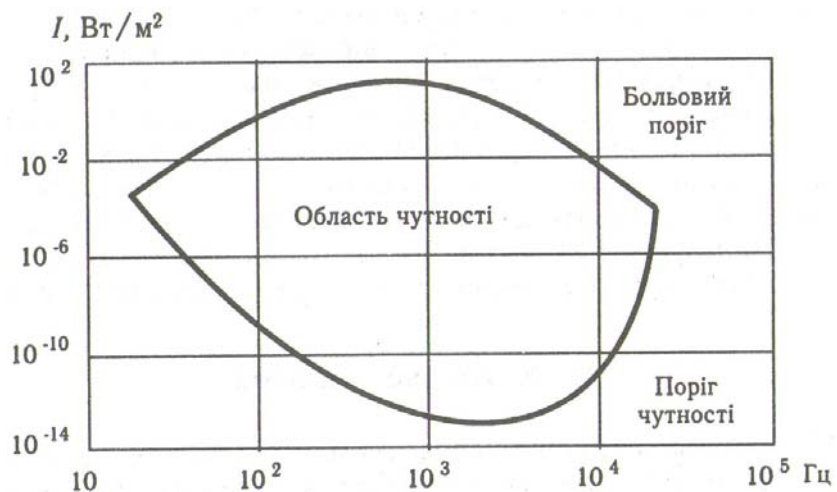
Додаток II. Оснащення приміщень переносними вогнегасниками

Категорія приміщення	Захищувана площа, м ²	Клас пожежі	Пінні та водні вогнегасники 10 л	Порошкові вогнегасники			Хладонові вогнегасники 2 (3) л	Вуглекислотні вогнегасники	
				2 л	5 л	10 л		2 л	5 л
А, Б, В (горючі гази та рідини)	200	A	2++	-	2+	1++	-	-	-
		B	4+	-	2+	1++	4+	-	-
		C	-	-	2+	1++	4+	-	-
		D	-	-	2+	1++	-	-	-
		(E)	-	-	2+	1++	-	-	2++
В	400	A	2++	4+	2++	1+	-	-	2+
		D	-	-	2+	1++	-	-	-
		(E)	-	-	2++	1+	2+	4+	2++
Г	800	B	2+	-	2++	1+	-	-	-
		C	-	4+	2++	1+	-	-	-
		A	2++	4+	2++	1+	-	-	-
Г і Д	1800	D	-	-	2+	1++	-	-	-
		(E)	-	2+	2++	1+	2+	4+	2++
		A	4++	8+	4++	2+	-	-	-
Громадські будівлі	800	(E)	-	-	4++	2+	4+	2++	

Додаток І. Характеристики ламп

Лампи розжарювання			Люмінесцентні лампи		
Тип і потужність	220 В		Тип і потужність	220 В	
	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт		Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт
НВ-15	106	7,0	ЛДЦ 20	820	41,0
НВ-25	220	8,8	ЛД 20	920	46,0
НБ-40	400	10,0	ЛБ 20	1180	59,0
НБК-40	460	11,5	ЛДЦ 30	1450	48,2
НБ-60	715	11,9	ЛД 30	1640	54,5
НБК-100	1450	14,5	ЛБ 30	2100	70,0
НГ-150	2000	13,3	ЛДЦ 40	2100	52,5
НГ-200	2800	14,0	ЛД 40	2340	58,5
НГ-300	4600	15,4	ЛБ 40	3000	70,5
НГ-500	8300	16,6	ЛДЦ 80	3560	44,5
НГ-750	13100	17,5	ЛД 80	4070	50,8
МГ-1000	18600	18,6	ЛБ 80	5220	65,3

Додаток К. Залежність порогів чутності від частоти



Додаток Л. Норми освітленості виробничих приміщень

Приміщення	Площина	Найменша освітленість, лк	
		<i>люмінесцентні лампи</i>	<i>лампи розжарювання</i>
Робочі кімнати	Г	300	150
Зали засідань	Г	200	100
Фойє	Підлога	150	75
Читальні зали	Г	300	150
Книгосховища	В	75	30
Вестибюлі і гардероби	Підлога	100	50
Коридори	Підлога	75	30
Чекальні для відвідувачів	Г	200	100
Сходові клітки	Підлога	100	50
Дільниці миття автомобілів	Підлога	-	150
Дільниця ТО і ПР	Підлога	300	200
Агрегатні цехи	Г	750	300
Оглядові канали	Г	-	75
Дільниці механічної обробки матеріалів	Г	500	200
Шиномонтажне відділення	Г	500	200
Приміщення для зберігання автомобілів	Підлога	300	200
Столярна майстерня	Г	500	200
Приміщення з ремонту електричних систем	Г	750	300
Дільниці фарбування автомобілів	Г	200	100
Столові та буфети	Г	200	100
Санітарно-побутові приміщення	Підлога	75	30
Гарячі та холодні цехи	Г	200	100
Процедурні кабінети	Г	300	150
Ліфтові холи	Підлога	75	30
Електрощитові	В	100	50
Відкриті майданчики зберігання автомобілів	Підлога	-	20

* Г – горизонтальна площина, В – вертикальна площина.

Додаток М. Вплив електричного струму на організм людини

Сила струму, мА	Змінний струм	Постійний струм
0,6 – 1,5	Початок відчуття слабкий	Не відчувається
2,0 – 4,0	Відчуття поширюються на зап'ястя руки	Не відчувається
5,0 – 7,0	Слабкі болі по всій руці	Початок відчуття нагріву шкіри під електродом
8,0 – 10,0	Сильні болі та судоми по всій руці. Руки ще можна відірвати від електродів	Посилене відчуття нагріву
10,0 – 15,0	Важкі болі по всій руці, руки неможливо відірвати від електродів	Ще більше відчуття нагріву під електродом та в прилеглих областях
20,0 – 25,0	Руки миттєво паралізуються, сильні болі, дихання ускладнюється	Посилення відчуття нагріву шкіри, відчуття скорочення м'язів рук
25,0 – 50,0	Дуже сильний біль у руках та грудях. Дихання вкрай утруднене, послаблення діяльності серця	Відчуття сильного нагріву, болі та судоми в руках. При відриванні рук виникають сильні болі
50,0 – 80,0	Можливий параліч. За декілька секунд паралізується дихання та робота серця, можлива фібриляція серця	Відчуття сильного нагріву, сильної болі в руці і грудях. Затруднене дихання. Руки неможливо відірвати від електродів.

Додаток Н. Значення світлового коефіцієнта α

Вид робіт за ступенем точності і назва приміщень	Значення світлового коефіцієнта α
Роботи високої точності	0,20...0,16
Точні роботи (ремонтні майстерні, відділення: верстатне, мідницьке, слюсарне, збиральне, електроремонтне, столярне, ремонту паливної апаратури)	0,16...0,14
Роботи малої точності (відділення миття, фарбування, зварювання, випробувань, кузня, ремонту машин, розбиральне, комірка інструментальна)	0,14...0,12
Грубі роботи (гаражі, приміщення для зберігання машин, склади матеріалів та готової продукції)	0,12...0,10
Досить грубі роботи (проходи, проїзди, коридори)	0,10...0,08

Додаток О. Коефіцієнт світлопропускання τ_v

Тип приміщень	Положення	дерев'яні або залізобетонні рами			сталеві або алюмінієві рами		
		одинарні	подвійні	здвоєні	одинарні	подвійні	здвоєні
Приміщення із значним виділенням пилу, диму і кіптяви (ГДК пилу та інших аерозолів 5 мг/м ³ і більше)	В*	0,4	0,25	0,3	0,5	0,3	0,4
	П	0,3	0,2	0,25	0,4	0,25	0,3
Приміщення з незначним виділенням пилу, диму і кіптяви (ГДК пилу та інших аерозолів менше 5 мг/м ³)	В	0,5	0,35	0,4	0,6	0,4	0,5
	П	0,4	0,25	0,3	0,5	0,3	0,4

*В – вертикальне положення, П – похиле положення.

Додаток П. Стандартні розміри вікон

Висота вікон, мм	Ширина вікон, мм
2100	1555
	1260
	1060
	860
	565
1800	1555
	1260
	1060
	860
	565
1575	1555
	1260
	1060
	860
	665
1425	1555
	1260
	1060
	860
	665
1275	1555
	1260
	1060
	860
	665
	565

Додаток Р. Світлова характеристика вікон η_e при боковому освітленні

Відношення l/b	Відношення глибини приміщення b до висоти верхнього краю вікон над рівнем робочої площини n_1							
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10
4,0 і більше	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,5
3	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0	11,0	12,5	14,0
2	8,5	9,0	9,0	10,5	11,5	13,0	15,0	17,0
1,5	9,5	10,5	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0
1,0	11,0	15,0	16,0	18,0	21,0	23,0	26,5	29,0
0,5	18,0	23,0	31,0	37,0	45,0	64,0	66,0	-

Додаток С. Допустимі значення опору захисного заземлення

Характеристика установок	Найбільший допустимий опір $R_{доп}, \text{ Ом}$
<i>Установки напругою вище 1000 В</i>	
Захисне заземлення в установках з великими струмами замикання на землю ($I_{зам} > 500 \text{ А}$)	0,5
Захисне заземлення в установках з великими струмами замикання на землю ($I_{зам} > 500 \text{ А}$):	
- заземлюючий пристрій використовується одночасно для установок напругою до 1000 В	$125/I_{зам} \leq 10$
- заземлюючий пристрій використовується тільки для установок напругою вище 1000 В	$250/I_{зам} \leq 10$
<i>Установки напругою до 1000 В</i>	
Захисне заземлення всіх установок	4

Додаток Т. До визначення коефіцієнта сезонності

Характеристика районів	Райони			
Середня багаторічна нижча температура (січень), °С	-20 ...-15	-14 ...-10	-10 ...0	0 ...5
Середня багаторічна вища температура (липень), °С	15...18	18...22	22...24	24...26
Тривалість замерзання вод, днів	180	150	100	0
Види заземлювачів	Коефіцієнт сезонності			
Стержневі заземлювачі (кутникові сталь, труби) довжиною 2 – 3 м при глибині закладання 0,5 – 0,8 м	1,65	1,45	1,3	1,1
Заземлювачі великої довжини (стрічка, кругла сталь) довжиною 10 м при глибині закладання 0,8 м	5,5	3,5	2,5	1,5

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березуцький В. В. Лабораторний практикум з курсу «Основи охорони праці» / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Л. А. Васьковець та ін. / за ред. В. В. Березуцького. – Х. : Факт, 2005. – 348 с.
2. Бушок Г. Ф. Курс фізики : в 3-х кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка : навч. посіб. / Г. Ф. Бушок, Є. Ф. Венгер. – К. : Вища шк., 2002 – 375 с.
3. Бушок Г. Ф. Курс фізики : в 3-х кн. Кн. 2. Електрика і магнетизм : навч. посіб. / Г. Ф. Бушок, Є. Ф. Венгер. – К. : Вища шк., 2003. – 278 с.
4. Бушок Г. Ф. Курс фізики : в 3-х кн. Кн. 3. Фізика атома та атомного ядра : навч. посіб. / Г. Ф. Бушок, Є. Ф. Венгер. – К. : Вища шк., 2003. – 311 с.
5. Гандзюк М. П. Основи охорони праці / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський. – К. : Каравела, 2004. – 408 с.
6. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник / В. Ц. Жидецький. – Л. : УАД, 2006. – 336 с.
7. Запорожець О. І. Основи охорони праці : підручник / О. І. Запорожець, О. С. Протоєрейський, Г. М. Франчук. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
8. Інформаційно-пошукова правова система «Нормативні акти України (НАУ)» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nau.ua>
9. Катренко Л. А. Охорона праці : курс лекцій / Л. А. Катренко, Ю. В. Кіт, І. П. Пістун. – Суми : Університет. книга, 2009. – 540 с.
10. Основи охорони праці / за ред. проф. В. В. Березуцького ; В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко, С. В. Гришин. – Х. : Факт, 2005. – 480 с.
11. Офіційний сайт Держгірпромнагляду [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dnopr.kiev.ua>
12. Охорона праці (практикум) / за заг. ред. І. П. Пістуна. – Л. : «Триада плюс», 2011 – 436 с.
13. Охорона праці. Законодавство. Організація роботи : навч. посіб. / за заг. ред. І. П. Пістуна. – Л. : «Триада плюс», 2010 – 648 с.
14. Охорона праці : навч. посіб. / за ред. В. В. Кучерявого – Л. : Оріяна-Нова, 2007. – 368 с.
15. Охорона праці : навч. посіб. / за ред. проф. З. М. Яремка / З. М. Яремко, С. В. Тимошук, О. І. Третяк, Р. М. Ковтун. – Л. : Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 374 с.

16. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці : навч. посіб. – 4-те вид., допов. і перероб. – К. : Університет «Україна», 2009. – 295 с.
17. Серіков Я. О. Основи охорони праці : навч. посіб. / Я. О. Серіков. – Х. : ХНАМГ, 2007. – 227 с.
18. Ткачук К. Н. Основи охорони праці : підручник / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. – 2-ге вид. – К. : Основа, 2006. – 448 с.
19. Энциклопедия по охране и безопасности труда [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://base.safework.ru/iloenc>

Орешкін М. В., Курило М. С., Калайдо О. В. «Основи охорони праці» – Навчальний посібник для студ. усіх спец., напрямків підготовки та форм навчання.

Навчальний посібник «Основи охорони праці» складається з нормативної частини (закон України «Про охорону праці») та двох навчальних модулів, які містять основні теоретичні відомості з найбільш важливих розділів дисципліни та рекомендації до 8 лабораторних і 8 практичних занять за даними розділами.

Навчальний посібник «Основи охорони праці» призначений не лише для того, аби розширити лекційний матеріал з найбільш важливих питань курсу. В ньому паралельно подано рекомендації щодо проведення лабораторних робіт та практичних занять. Це дозволить викладачам даної дисципліни варіювати видами занять в залежності від навчального плану даної дисципліни, використовувати навчальний посібник при роботі зі студентами будь-яких спеціальностей.

Особливістю даного навчального посібника є його дуалістична структура, де одразу після теоретичної частини показане практичне застосування набутих знань, наведено сфери їх застосування. В теоретичній частині всі питання курсу спершу розглянуті з фізичної точки зору, адже без знання природи явищ неможливе повне розуміння дії на людський організм тих чи інших шкідливих та небезпечних чинників.

Навчальний посібник складений у повній відповідності до діючої програми курсу «Основи охорони праці» і складається з нормативної частини та двох навчальних модулів: «Основи виробничої санітарії» та «Основи пожежної та електричної безпеки». В першому модулі розглядаються методи аналізу та створення необхідних параметрів мікроклімату робочої зони, таких як температура, вологість, швидкість руху повітря, освітленість робочих місць, також значну увагу приділено методам та засобам захисту від шумів і вібрацій. Другий модуль посібника присвячений питанням пожежної та електричної безпеки – класифікації приміщень за ступенем електричної та пожежної небезпеки, методам і засобам виявлення та гасіння пожеж, заходам електробезпеки на виробництві.

Ключові слова: охорона праці, освітленість, струм, вологість, напруга, вентиляція

Орешкин М. В., Курило Н. С., Калайдо А. В. «Основы охраны труда» - Учебное пособие для студ. всех спец., направлений подготовки и форм обучения.

Учебное пособие «Основы охраны труда» состоит из нормативной части (закон Украины «Об охране труда») и двух учебных модулей, которые содержат основные теоретические сведения по наиболее важным разделам дисциплины и рекомендации к 8 лабораторным и 8 практическим занятиям.

Данное учебное пособие предназначено не только для того, чтобы расширить лекционный материал в наиболее важных вопросах курса, в нем параллельно даны рекомендации к проведению лабораторных работ и практических занятий. Это позволит преподавателям варьировать видами занятий в зависимости от учебного плана данной дисциплины, использовать учебное пособие при работе со студентами любых специальностей.

Особенностью данного учебного пособия является его структура, где сразу после теоретической части показано практическое применение приобретенных знаний. В теоретической части все вопросы курса сначала рассмотрены с физической точки зрения, ведь без знания природы явлений невозможно полное понимание действия на человеческий организм тех или других вредных и опасных производственных факторов.

Учебное пособие составлено в полном соответствии с действующей программой курса «Основы охраны труда», оно включает два учебных модуля: «Основы производственной санитарии» и «Основы пожарной и электрической безопасности». В первом модуле рассматриваются методы анализа и создания необходимых параметров микроклимата рабочей зоны, таких как температура, влажность, скорость движения воздуха, освещенность рабочих мест, также значительную внимания уделено методам и средствам защиты от шумов и вибраций. Второй модуль пособия посвящен вопросам пожарной и электрической безопасности – классификации помещений за степенью электрической и пожарной опасности, методам и средствам выявления и гашения пожаров, мероприятиям электробезопасности на производстве.

Ключевые слова: охрана труда, освещенность, ток, влажность, напряжение, вентиляция

Oreshkin M. V., Kurylo N. S., Kalaydo A. V. «Bases of labour protection» - Education textbook for the all specialities, directions of preparation and teaching forms students.

The education textbook «Basis of labour protection» consists of normative part (Law of Ukraine «About a labour protection») and two educational modules which contain basic theoretical information from the most essential divisions of discipline and recommendation to 8 laboratory and 8 practical employments on these divisions.

This textbook is intended not only in an order to extend lecture material in the most essential questions of course. Parallel given to recommendation to realization of laboratory works and practical employments in it. It will allow the teachers of this discipline to vary the types of employments depending on the curriculum of this discipline, to use a textbook for work with the students of different specialities.

The feature of this train aid is its dualistic structure, where right after theoretical part practical application of the purchased knowledge is shown. In theoretical part all questions of course at first are considered from the physical point of view, in fact without knowledge of nature of the phenomena the complete understanding of operating is impossible on the human organism of those or other harmful and dangerous productive factors.

The education textbook «Basis of labour protection» made in complete accordance with the operating program of course of «Basis of labour protection», it includes two educational modules: «Bases of productive sanitation» and «Basis of fire and electric safety». The methods of analysis and creation of necessary microclimate parameters on working area are examined in the first module, such as a temperature, humidity, rate of movement of air, luminosity of workplaces, also considerable attention is spared to the methods and facilities of protecting from noises and vibrations. The second module of manual is sacred to the questions of fire and electric safety are classifications of apartments after the degree of electric and fire danger, to the methods and facilities of exposure and extinguishing of fires, to the measures of electric safety on a production.

Keywords: labour protection, luminosity, current, humidity, tension, ventilation

Навчальне видання

ОРЕШКІН Михайло Вільсвич
КУРИЛО Микола Семенович
КАЛАЙДО Олександр Віталійович

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

*Навчальний посібник
для студентів усіх напрямків підготовки
та форм навчання*

За редакцією авторів
Комп'ютерне макетування – О. В. Калайдо

Здано до склад. Підп. до друку
Формат 60x84 1/16. Папір офсет. Гарнітура Times New Roman
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 9,71.
Наклад 300 прим. Зам. №

Видавець і виготовлювач
Видавництво Державного закладу
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»
вул. Оборонна, 2, м. Луганськ, 91011. т/ф: (0642) 58-03-20.
e-mail: alma-mater@list.ru
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №3459 від 09.04.2009 р.