

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## **ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

ДЛЯ СТУДЕНТІВ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ 17– МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 131 ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА

ОСВІТНЯ ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА "ТЕХНОЛОГІЇ ТА УСТАТКУВАННЯ  
ЗВАРЮВАННЯ"

Затверджено на засіданні  
кафедри харчових технологій  
протокол № 9 від 29.01.2020 р.

ЧЕРНІГІВ ЧНТУ 2020

Охорона праці в галузі. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів галузі знань 17– Механічна інженерія Спеціальність 131 Прикладна механіка (Освітня професійна програма "Технології та устаткування зварювання")/ Укл.: Денисова Н.М., Буяльська Н.П. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. –79 с.

Укладачі:

ДЕНИСОВА НАТАЛЯ МИКОЛАЇВНА, кандидат технічних наук, доцент

БУЯЛЬСЬКА НАТАЛІЯ ПАВЛІВНА, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: ХРЕБТАНЬ ОЛЕНА БОРИСІВНА, завідувач кафедри харчових технологій, кандидат технічних наук, доцент

Рецензент: ЧЕЛЯБІЄВА ВІКТОРІЯ МИКОЛАЇВНА, кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій  
Чернігівського національного технологічного університету

## ЗМІСТ

|  | Стор. |
|--|-------|
| Вступ  | 4     |
| Рекомендації до виконання лабораторних робіт   | 6     |
| Лабораторна робота №1. Визначення параметрів мікроклімату виробничих приміщень         | 8     |
| Лабораторна робота №2. Визначення рівнів звукового тиску у виробничих приміщеннях      | 18    |
| Лабораторна робота №3. Дослідження природної та штучної освітленості на робочих місцях | 27    |
| Лабораторна робота №4. Дослідження напруги дотику та кроку                             | 35    |
| Лабораторна робота №5. Дослідження стану заземлення методом амперметра-вольтметра      | 42    |
| Лабораторна робота №6. Дослідження стану електробезпеки обладнання                     | 50    |
| Лабораторна робота №7. Дослідження стану протипожежної безпеки об'єкту                 | 61    |
| Рекомендована література   | 79    |

## ВСТУП

Пріоритетним завданням дисципліни “Охорона праці в галузі” є навчання майбутніх фахівців відповідальному ставленню до власного здоров’я та здоров’я оточуючих як до найвищих індивідуальних і суспільних цінностей. Принципи дисципліни базуються на ознайомленні студентів з характером впливу виробничих умов праці на організм людини та розробці сучасних надійних механізмів захисту від негативного впливу, що має важливе суспільне значення.

Запропоновані методичні вказівки з лабораторних робіт включають завдання з основних розділів дисципліни.

Дисципліна передбачає високий рівень знань, умінь та навичок з питань охорони праці, що базуються на досягненнях узагальненої теоретичної і практичної основи про негативний вплив виробничого техногенного середовища на стан здоров’я людини та розробках системних заходів щодо запобігання професійного травматизму та професійних захворювань.

Теоретичне опанування студентами наукових знань, умінь та навичок з питань охорони праці дасть можливість майбутньому працівникові, як керівнику виробництва, більш повно розуміти закономірний вплив умов виробничого середовища на організм людини, щоб науково обґрунтовувати заходи захисту, спрямовані на оптимальне оздоровлення виробничої сфери з метою зменшення рівня професійних захворювань та виробничих травм.

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

**Завдання** вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей (компетенцій) ефективно вирішувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці та гарантуванням збереження життя, здоров'я та працездатності працівників.

У результаті вивчення дисципліни студенти мають **знати**:

- організаційно-правові питання охорони праці, основи фізіології, гігієни праці і виробничої санітарії, промислової та пожежної безпеки;
- потенційні джерела небезпечних та шкідливих чинників професійної діяльності, що в умовах виробничого середовища можуть спричиняти небажані наслідки;
- природу негативного впливу на організм людини різноманітних небезпечних чинників техногенного середовища, розуміти і знати фізичну, хімічну, біологічну та психофізіологічну сутність їх шкідливої дії;
- основи безпечних режимів, параметрів та виробничих процесів під час будівництва та експлуатації систем газопостачання та вентиляції.

**вміти**:

- ефективно використовувати положення нормативно-правових документів в своїй практичній діяльності та володіти основними методами збереження здоров'я і працездатності виробничого персоналу;
- науково обґрунтувати відповідні заходи захисту працюючих від негативного впливу умов праці та втілювати їх у виробничу діяльність керованого об'єкту з метою отримання позитивного впливу умов праці на організм людини, її працездатність, якість та продуктивність праці;
- приймати такі інженерно-технічні рішення за яких організація праці, обладнання та машини, яких організація праці, обладнання та машини, що задіяні у виробничому процесі, або будуть вводитися в експлуатацію не ставали джерелом потенційних небезпек з небажаними наслідками;
- раціонально використовувати основні виробничі фонди та суттєво підвищувати економічні результати виробничої діяльності, що нерозривно пов'язані з соціальними проблемами.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні заняття проводяться у навчальний час відповідно до цих методичних вказівок. На початку занять викладач проводить опитування з теоретичного матеріалу, який викладався на лекціях, та інформацією, наведеної в наведених методичних вказівках. Тематика лабораторних занять складена відповідно до рекомендацій робочої навчальної програми дисципліни «Охорона праці в галузі» підготовки бакалавра для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка (Освітня професійна програма "Технології та устаткування зварювання").

Виконання лабораторної роботи розпочинається із ознайомлення з основними теоретичними положеннями та методикою виконання роботи. Лабораторні роботи необхідно виконувати з дотриманням основних правил безпеки праці та пожежної профілактики.

Викладач до початку проведення лабораторної роботи повинен:

- перевірити справність обладнання, вентиляції та системи електричного живлення. В разі виявлення пошкоджень, які несуть небезпеку, проведення занять не дозволяється до усунення виявлених недоліків;

- впевнитись у наявності засобів надання першої медичної (долікарської) допомоги (аптечка) та протипожежного інвентарю;

- чітко визначити порядок і безпечні правила проведення навчальних занять та довести їх до студентів, а також провести інструктаж з безпечної поведінки перед проведенням кожного практичного заняття, лабораторного дослідження та зафіксувати проведення інструктажу у журналі.

Виконання вимог правил із техніки безпеки студентами є обов'язковим. Студентам заборонено працювати із реактивами, електричними та іншими нагрівальними приладами без дозволу викладача. Включення приладів установки дозволяється після їх перевірки викладачем. Заборонено використовувати електроприлади із пошкодженою ізоляцією, зберігати біля них

легкозаймисті рідини, обгортати папером або тканиною, заклеювати ділянки електропроводки тканиною, папером, працювати на несправному обладнанні. Під час лабораторних занять виконувати лише ту роботу, з якої пройдено інструктаж, чітко дотримуючись вимог інструкції з охорони праці. У разі виявлення обірваних проводів, неізольованої проводки, іскріння проводки негайно повідомити викладача. У разі виникнення пожежі або аварійної ситуації: повідомити викладача та слідувати вказівкам щодо евакуації.

## Лабораторна робота №1

### ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

**Мета:** визначити основні параметри мікроклімату на робочому місці, оцінити їх відповідність санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень.

#### Короткі теоретичні відомості

Мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Оптимальні мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності. Але не завжди у виробничому приміщенні можна досягти оптимальних параметрів мікроклімату.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Нормування параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях відбувається у відповідності до санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042–99) залежно від періоду року та категорії робіт за енерговитратами (табл. 1.1, 1.2).



Календарний рік поділяють на два періоди:

- теплий період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище +10 °С;
- холодний період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює +10 °С.

Категорія робіт – розмежування робіт за важкістю за загальними енерговитратами організму:

- Легкі фізичні роботи (категорія I) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105-140 Вт (90-120 ккал/год.) – категорія Ia та 141-175 Вт (121-150 ккал/год.) – категорія Ib. До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До категорії Ib належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

- Фізичні роботи середньої важкості (категорія II) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 176-232 Вт (151-200 ккал/год.) – категорія IIa та 233 - 290 Вт (201-250 ккал/год.) – категорія IIб. До категорії IIa належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження. До категорії IIб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

- Важкі фізичні роботи (категорія III) охоплюють види діяльності, при яких витрати енергії становлять 291-349 Вт (251-300 ккал/год.). До категорії III належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни. При коливаннях мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни. Вимірювання

здійснюються не менше 2-х разів на рік (теплий та холодний періоди року) у порядку поточного санітарного нагляду, а також при прийманні до експлуатації нового технологічного устаткування, внесенні технічних змін в конструкцію діючого устаткування, організації нових робочих місць тощо.

При проведенні вимірювання в холодний період року температура зовнішнього повітря не повинна бути вищою за середню розрахункову температуру, в теплий період – не нижчою за середню розрахункову температуру, що приймається для опалення та кондиціонування за оптимальними та допустимими параметрами. Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях проводяться на висоті 0,5-1,0 м від підлоги – при роботі сидячи та 1,5 м від підлоги при роботі стоячи.

Параметри оцінюються:

- як оптимальні, якщо середнє значення та результати не менше 2/3 вимірювань знаходяться в межах оптимальних величин (табл. 1.1);

- як допустимі, якщо середнє значення та результати не менше 2/3 вимірювань знаходяться в межах допустимих величин (табл. 1.2);

- як такі, що не відповідають Санітарним нормам, якщо середнє значення та результати більше 2/3 вимірювань не відповідають значенням таблиць 1.1, 1.2.

Вимірювання температури повітря у виробничому приміщенні здійснюється звичайними ртутними термометрами. При наявності джерела теплового випромінювання застосовують парний термометр – два термометри, у яких резервуар одного зачорнений, а другого – посріблений. Дійсну температуру повітря в цьому випадку визначають за формулою:

$$T = T_C - K(T_C - T_3) \quad (1.1)$$

де  $T_C$  – показник посрібленого термометра, °С;

$T_3$  – показник зачорненого термометра, °С;

$K$  – константа приладу (наводиться у паспорті або інструкції до приладу).

Повітря у виробничому приміщенні може мати різний вміст водяної пари. Вологість повітря має такі визначення: абсолютна вологість – маса водяної

пари в кг, яка міститься в 1 м<sup>3</sup> вологого повітря; вологомісткість – маса водяної пари в кг, що міститься в 1 кг повітря; відносна вологість – відношення водяної пари, яка міститься в повітря, до її масової кількості потрібної для повного насичення вологою повітря при даній температурі. Відносна вологість виражається у відсотках.

Таблиця 1.1 – Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

| Період року     | Категорія робіт       | Температура повітря, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Холодний період | Легка Іа              | 22-24                   | 40-60                 | 0,1                         |
|                 | Легка Іб              | 21-23                   | 40-60                 | 0,1                         |
|                 | Середньої важкості Іа | 19-21                   | 40-60                 | 0,2                         |
|                 | Середньої важкості Іб | 17-19                   | 40-60                 | 0,2                         |
|                 | Важка ІІІ             | 16-28                   | 40-60                 | 0,3                         |
| Теплий період   | Легка Іа              | 23-25                   | 40-60                 | 0,1                         |
|                 | Легка Іб              | 22-24                   | 40-60                 | 0,2                         |
|                 | Середньої важкості Іа | 21-23                   | 40-60                 | 0,3                         |
|                 | Середньої важкості Іб | 20-22                   | 40-60                 | 0,3                         |
|                 | Важка ІІІ             | 18-20                   | 40-60                 | 0,4                         |

Таблиця 1.2 – Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

| Період року     | Категорія робіт       | Температура, °С             |                               |                             |                               | Відносна вологість (%)<br>на постійних і непостійних робочих місцях | Швидкість руху повітря (м/с) на постійних і непостійних робочих місцях |
|-----------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|--|
|                 |                       | Верхня межа                 |                               | Нижня межа                  |                               |   |  |
|                 |                       | на постійних робочих місцях | на непостійних робочих місцях | на постійних робочих місцях | на непостійних робочих місцях |   |  |
| Холодний період | Легка Іа              | 25                          | 26                            | 21                          | 18                            | 75  | не більше 0,1  |
|                 | Легка Іб              | 24                          | 25                            | 20                          | 17                            | 75  | не більше 0,2  |
|                 | Середньої важкості Іа | 23                          | 24                            | 17                          | 15                            | 75  | не більше 0,3  |
|                 | Середньої важкості Іб | 21                          | 23                            | 15                          | 13                            | 75  | не більше 0,4  |
|                 | Важка ІІІ             | 19                          | 20                            | 13                          | 12                            | 75  | не більше 0,5  |
| Теплий період   | Легка Іа              | 28                          | 30                            | 22                          | 20                            | 55 при 28 °С  | 0,1-0,2  |
|                 | Легка Іб              | 28                          | 30                            | 21                          | 19                            | 60 при 27 °С  | 0,1-0,3  |
|                 | Середньої важкості Іа | 27                          | 29                            | 18                          | 17                            | 65 при 26 °С  | 0,2-0,4  |
|                 | Середньої важкості Іб | 27                          | 29                            | 15                          | 15                            | 70 при 25 °С  | 0,2-0,5  |
|                 | Важка ІІІ             | 26                          | 28                            | 15                          | 13                            | 75 при 24 °С  | 0,5-0,6  |

Постійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно. Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, то вся ця зона вважається постійним робочим місцем.

Непостійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

Вимірювання відносної вологості повітря здійснюється психрометрами. Існують психрометри без вентилятора (психрометр Августа) і з вентилятором (аспіраційний психрометр). Психрометр Августа складається з двох звичайних ртутних термометрів. Ртутна кулька одного з них обгорнута марлею, кінець якої у вигляді нещільного джгуту занурюють у резервуар з чистою водою. Цей термометр називається вологим, інший сухим. При випаровуванні води з поверхні марлі ртуть вологого термометру охолоджується, тому вологий термометр завжди показує більш низьку температуру, чим сухий. Випаровування відбувається тим інтенсивніше, чим більш сухе повітря і більше швидкість його руху. За показаннями термометрів і таблиці, яка додається до психрометра Августа, визначають відносну вологість повітря.

Точність показань психрометра підвищується, якщо резервуари термометрів омиваються повітрям, яке рухається з певною швидкістю, як у аспіраційному психрометрі (рис. 1.1), де два ртутних термометри (1), закріплені в металічній оправі і вміщені в захисні металічні труби (2), які сполучені загальним повітропроводом з вентилятором (3), що знаходиться в головці приладу.

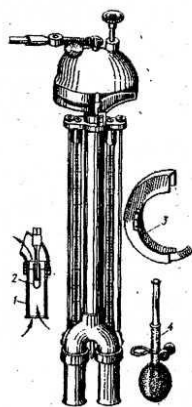


Рисунок 1.1 – Аспіраційний психрометр: 1 – гільза вологого термометру; 2 – батистовий ковпачок; 3 – щіток вентилятора; 4 – піпетка з водою.

Вимірювання швидкості руху повітря здійснюється анемометрами ротаційної дії. Малі величини швидкості руху повітря (менше 0,3 м/с), особливо за наявності різноспрямованих потоків, вимірюються електроанемометрами, циліндричними або кульовими кататермометрами.

У виробничій практиці застосовують два типи анемометрів – чашковий

(рис. 1.2) та крильчастий.

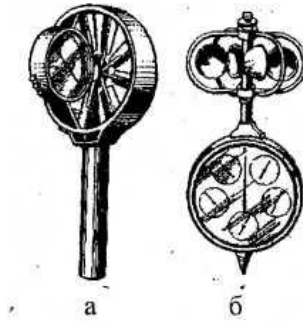


Рисунок 1.2 – Анемометри: а – крильчастий; б – чашковий

Чашковий анемометр дозволяє робити заміри швидкості руху повітря від 1 до 20 м/с, крильчастий застосовується при замірах швидкості від 0,5 до 5 м/с.

Для вимірювання інтенсивності теплового випромінювання (інфрачервоного випромінювання) використовують пірометри або актинометри (тепловизори), дія яких ґрунтується на принципі поглинання енергії чорним тілом і перетворенні в такий спосіб променистої енергії на теплову (оптичний метод вимірювання температури).

### Експериментальна частина

1. Виміряти температуру повітря в приміщенні. Результати вимірів занесіть до протоколу експерименту.

2. Визначити відносну вологість повітря за допомогою психрометрів Августа та Ассмана.

Для визначення вологості повітря за допомогою психрометра Августа необхідно зволожити марлю, якою обмотана ртутна кулька вологого термометру, і зачекати поки значення температури стануть постійними (5-8 хвил.). Зафіксувати показники температури  $t_v$  вологого та  $t_c$  сухого термометрів психрометра. Визначити різницю в показниках  $\Delta t = t_c - t_v$ , °С. Користуючись психрометричною таблицею, що знаходиться на панелі психрометра Августа, за значенням  $t_v$  (температура вологого термометра) і  $\Delta t$  знайти відносну вологість повітря.

Для визначення вологості повітря (R) за аспіраційним психрометром (рис. 1.1) необхідно підвісити його на кронштейн, піпеткою змочити водою марлю

вологого (лівого) термометру і завести пружину вентилятора до упору. Коли вентилятор зупинить свій рух (8-10 хв.), зняти показники з обох термометрів і визначити відносну вологість за психрометричним графіком (рис. 1.3). Всі виміряні значення занести до протоколу досліджень табл. 1.3. Заміри виконують тричі. За отриманими значеннями, знаходять середнє та порівнюють з допустимими (табл.1.2).

3. Виміряти швидкість руху повітря (рух повітря створюється настільним вентилятором) за допомогою крильчастого анемометру. Для цього увімкнути анемометр (кнопка М, тримати 2 сек.). Встановити анемометр на відстані 30-40 см від вентилятора і увімкніть вентилятор. Через 10-15 с, коли крильця анемометру почнуть обертатися з постійною швидкістю зафіксувати значення та занести в протокол табл. 1.3. Заміри виконують тричі. За отриманими значеннями, знаходять середнє та порівнюють з допустимими (табл.1.2).

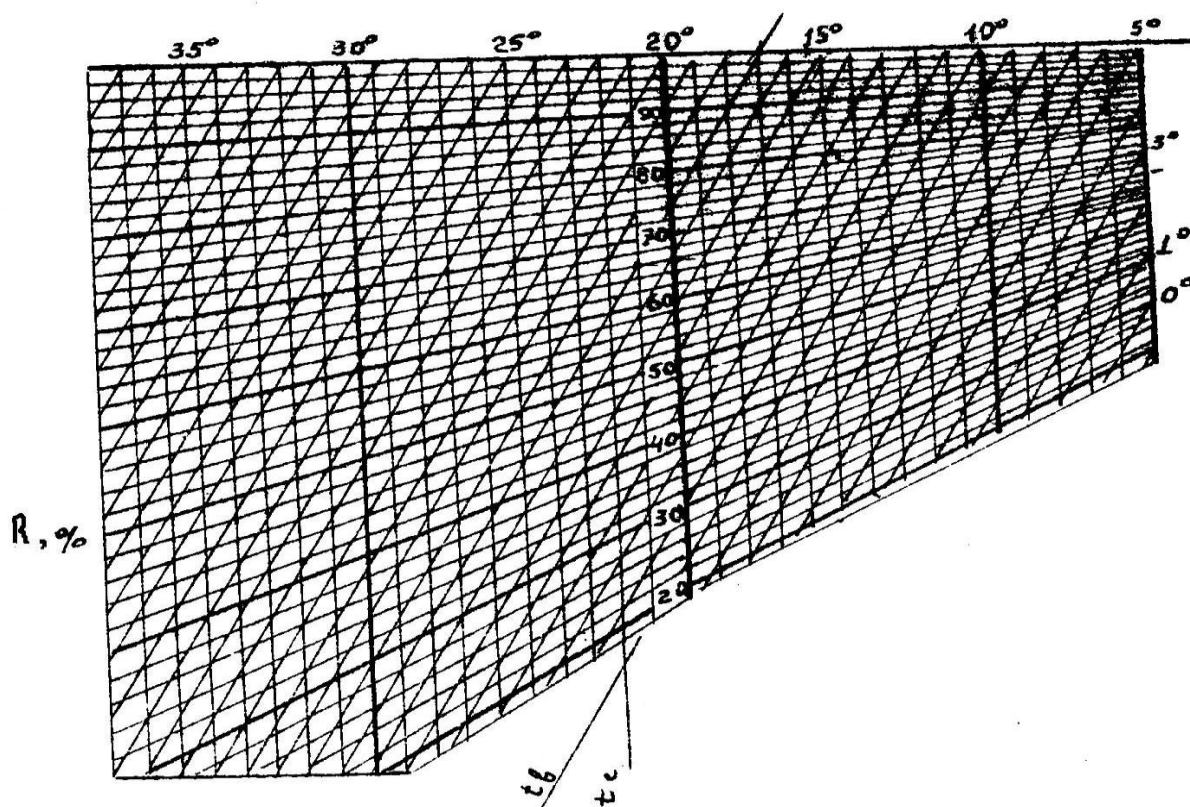


Рисунок 1.3 – Психрометричний графік для визначення відносної вологості

Таблиця 1.3 – Протокол експерименту

| № п/п | Найменування параметрів (розраховані значення) |                                   |                                  |                                 | Допустимі значення |
|-------|--|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| 1     | Характер приміщення, де виконується робота –   |                                   |                                  |                                 |                    |
| 2     | Період року –                                  |                                   |                                  |                                 |                    |
| 3     | Категорія робіт, що виконуються –              |                                   |                                  |                                 |                    |
| 4     | Температура повітря, °С                        |                                   |                                  |                                 | Сер. знач.         |
|       | Дослід 1                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | Дослід 2                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | Дослід 3                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
| 5     | Відносна вологість повітря, %                  |                                   |                                  |                                 | Сер. знач.         |
|       | за психрометром Августа:                       | показники вологого термометру, °С | показник и сухого термометру, °С | Значення відносної вологості, % |                    |
|       | Дослід 1                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | Дослід 2                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | Дослід 3                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | Відносна вологість повітря, %                  |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | за аспіраційним психрометром Ассмана:          | показники вологого термометру, °С | показники сухого термометру, °С  | Значення відносної вологості, % |                    |
|       | Дослід 1                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | Дослід 2                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | Дослід 3                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
| 6     | Швидкість руху повітря, м/с                    |                                   |                                  |                                 | Сер. знач.         |
|       | Дослід 1                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | Дослід 2                                       |                                   |                                  |                                 |                    |
|       | Дослід 3                                       |                                   |                                  |                                 |                    |

### Висновки

Студент, порівнюючи результати замірів з нормами метеорологічних умов, робить висновок, чи відповідають параметри мікроклімату категорії робіт, що виконуються у приміщенні.



## **Контрольні питання**

1. Які параметри повітря визначають метеорологічні умови?
2. З якою метою нормуються метеорологічні умови?
3. В залежності від яких факторів нормуються метеорологічні умови?
4. Яким документом нормуються параметри мікроклімату у виробничому приміщенні?
5. Що називають оптимальними, допустимими параметрами мікроклімату?  
Коли в приміщенні можна встановлювати допустимі параметри?
6. Що називають відносною вологістю повітря?
7. Якими приладами визначають параметри мікроклімату у приміщенні?

## Лабораторна робота № 2

### ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ЗВУКОВОГО ТИСКУ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

**Мета:** визначити рівень звукового тиску на робочому місці, оцінити його відповідність санітарним нормам виробничого шуму. Визначити необхідне зниження шуму на робочому місці, запропонувати засоби захисту, за допомогою яких можна досягти потрібного зниження шуму.

#### Короткі теоретичні відомості

Експлуатація переважної більшості технологічного обладнання, енергетичних установок, машин та механізмів пов'язана з виникненням шумів та вібрації різної частоти та інтенсивності, котрі справляють несприятливий вплив на організм людини.

Шум може тимчасово активізувати або постійно пригнічувати психічні процеси організму людини. Фізіологічні та біологічні наслідки можуть проявлятися у формі порушення функцій слуху та інших аналізаторів, зокрема вестибулярного апарату, координуючої функції кори головного мозку, нервової системи, систем травлення і кровообігу.

Індивідуальні особливості людини, пов'язані з різними психологічними реакціями на вплив шуму, суттєво впливають на його сприйняття.

Шум не лише погіршує самопочуття людини і знижує продуктивність праці на 10—15%, але нерідко призводить до професійних захворювань.

Матеріальні збитки від цих захворювань значно більші, ніж від інших професійних захворювань. У зв'язку з цим боротьба з шумом має не лише санітарно-гігієнічне, але й техніко-економічне значення, вказує на необхідність розробки комплексу інженерно-технічних та організаційних заходів щодо зниження шуму до нормативних значень.

Шум – хаотичне сполучення звуків, різної частоти та інтенсивності (сили). Він характеризується суцільним спектром (енергія загасаючих коливань безперервно розподілена в деякій області частот).

Звук – коливання частинок повітря або іншого пружного середовища, які розповсюджуються у вигляді хвиль. Звук характеризується лінійчатим спектром (виділяються окремі частотні групи), такий спектр мають музичні звуки.

Людина сприймає звук у діапазоні частот від 16 до 20000 Гц. Звук з частотою менше 16 Гц називається інфразвуком, більше 20000 Гц – ультразвуком.

За характером спектра шуми слід поділяти на:

- широкосмугові, з безперервним спектром шириною більш ніж одна октава;
- вузькосмугові або тональні, в спектрі яких є виражені дискретні тони.

За часовими характеристиками шуми слід поділяти на:

- постійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється не більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці "повільно" шумоміра за шкалою "А";
- непостійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях за часовою характеристикою "повільно" шумоміра за шкалою "А". Непостійні шуми поділяються на:

- мінливі, рівень яких безперервно змінюється у часі;
- переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на 5 дБА і більше при вимірюваннях на часовій характеристиці "повільно" шумоміра за шкалою "А", при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;
- імпульсні, які складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому, рівні шуму у дБА, виміряні на часових характеристиках "імпульс" та "повільно" шумоміра, відрізняються не менш ніж на 7 дБ.

Параметри постійного шуму на робочих місцях, що нормуються, є рівнями звукових тисків у октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц в дБ, які визначаються за

формулою:

$$L = 20 \lg P/P_0 \quad (2.1)$$

де  $P$  – середньоквадратичне значення звукового тиску у кожній октавній смузі, Па;  $P_0$  – вихідне значення звукового тиску у повітрі, що дорівнює  $2 \cdot 10^5$  Па.

Для орієнтовної гігієнічної оцінки параметрів постійного широкосмугового шуму на робочих місцях (табл. 2.1), що нормуються, дозволяється застосовувати рівень шуму в дБА, вимірний за шкалою "А" часової характеристики "повільно" шумоміру та визначений за формулою:

$$L_A = 20 \lg P_A / P_0 \quad (2.2)$$

де  $P_A$  – ефективне значення звукового тиску з урахуванням корекції "А" шумоміра, Па.

Корекція необхідна, щоб наблизити результат об'єктивних вимірювань до суб'єктивного сприйняття шуму людиною. Стандартні значення корекції такі:

|                 |    |      |      |      |     |     |      |      |      |      |
|-----------------|----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| Частота, Гц     | 16 | 31,5 | 63   | 125  | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| $\Delta L$ , дБ | 80 | 42   | 26,3 | 16,1 | 8,6 | 3,2 | 0    | -1,2 | -1,0 | 1,1  |

Параметрами непостійного шуму (що коливається в часі та переривається) на робочих місцях, які нормуються, є інтегральний рівень – еквівалентний (за енергією) та максимальний рівень шуму у дБА.

Еквівалентний рівень – це рівень постійного шуму, дія якого відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час, виміряного за шкалою "А" шумоміра.

Нормування шуму за рівнем звуку в дБА засновано на вимірювання за шкалою А шумоміра, який імітує чутливість органу слуху до шуму різної гучності. Рівень звуку в дБА використовується для орієнтовної оцінки постійного і непостійного шуму, бо при цьому не враховується його спектр.

Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів згідно ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот,  
еквівалентні рівні звуку на робочих місцях

| Робочі місця  | Рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц |     |     |     |      |      |      |      | Рівень звуку й еквівалентний рівень звуку, дБА |
|---|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|
|   | 63  | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |  |
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 1. Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність; робочі місця у приміщеннях - дирекції, проектно-конструкторських бюро, розраховувачів, програмістів обчислювальних машин у лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, прийому хворих у медпунктах  | 71  | 61  | 54  | 49  | 45   | 42   | 40   | 38   | 50   |
| 2. Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії: робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, контор, лабораторій   | 79  | 70  | 63  | 58  | 55   | 52   | 50   | 49   | 60   |
| 3. Робота, що виконується за вказівками та акустичними сигналами, робота, що потребує постійного слухового контролю, операторська робота за точним графіком з інструкцією, диспетчерська робота: робочі місця у приміщеннях диспетчерської служби, кабінетах та приміщеннях спостереження та дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону, друкарських бюро, на дільницях точного складання, на телефонних та телеграфних станціях, у приміщеннях майстрів, у залах обробки інформації на обчислювальних машинах без дисплея та у приміщеннях операторів-акустиків | 83  | 74  | 68  | 63  | 60   | 57   | 55   | 54   | 65   |
| 4. Робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування виробничими циклами: робочі місця за пультами у кабінах нагляду та дистанційного керування без мовного зв'язку по телефону; у приміщеннях лабораторій з шумним устаткуванням, шумними агрегатами обчислювальних машин  | 91  | 83  | 77  | 73  | 70   | 68   | 66   | 64   | 75   |
| 5. Виконання всіх видів робіт (крім перелічених у пп. 1 - 4 та аналогічних їм) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та території підприємств  | 95  | 87  | 82  | 78  | 75   | 73   | 71   | 69   | 80   |

Зони з рівнем звуку вище 85 дБА повинні бути позначені знаками небезпеки. Працюючих в цих зонах адміністрація зобов'язана забезпечити засобами індивідуального захисту.

Необхідне зниження шуму на робочому місці в приміщенні, де знаходиться одно із джерел шуму, визначається за формулою:

$$\Delta L_{\text{необ.}} = L - L_{\text{доп.}}, \text{ дБ} \quad (2.3)$$

де  $L$  – октавний рівень звукового тиску, дБ або рівень звуку, дБА, створений джерелом на робочому місці (вимірюється шумоміром);  $L_{\text{доп.}}$  – допустимий октавний рівень звукового тиску, дБ або допустимий рівень звуку, дБА (визначається за таблицею 2.1).

Згідно із ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ – “Шум. Общие требования безопасности” – зниження шуму можливо досягти розробкою шумонебезпечної техніки, застосуванням засобів та методів захисту від шуму.

Основними методами зниження шуму у виробничих приміщеннях є:

- ослаблення шуму у місці його виникнення – це найбільш радикальний засіб боротьби з шумом;
- зниження шуму на шляхах його розповсюдження (звукоізоляція);
- використання звукопоглинаючих елементів, конструкцій;
- використання індивідуальних засобів захисту.

Зниження шуму на робочому місці можна досягти, наприклад, звукоізолюючим кожухом. Під звукоізоляцією кожуха розуміється зниження звукової потужності шуму, випроміненого джерелом в оточуючий простір, в результаті установки на джерело звукоізолюючого кожуха. Кожух дозволяє суттєво знизити шум безпосередньо близько від працюючого обладнання на найближчих до джерела робочих місцях, що неможливо зробити іншими акустичними засобами.

Кожух може закривати повністю джерело шуму і встановлюватися на підлогу приміщення, а може закривати лише найбільш шумну частину машини, через особливість експлуатації і обслуговування джерела шуму, і кріпитися до стінки через віброізолювальні прокладки.

## Експериментальна частина

1. За допомогою приладу ШУМ-1М30 (рис. 2.1) виміряти рівень шуму на робочому місці від вказаного викладачем джерела шуму при відсутності засобів захисту від шуму і при наявності звукоізолюючого кожуха.

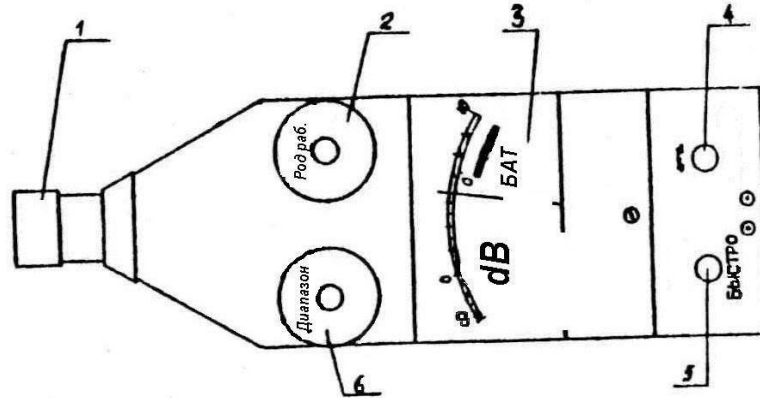


Рисунок 2.1 – Шумомір - 1М30: 1 – мікрофон; 2 – перемикач “РОД РАБОТЫ”; 3 – табло приладу; 4 – установка нуля; 5 – перемикач часової характеристики; 6 – перемикач діапазону вимірювання.

При роботі з шумоміром необхідно кнопку 5 “Быстро” – натиснути, а перемикач 2 перевести в положення “Батарея”, якщо стрілка вимірювача 3 встановилась в секторі з написом БАТ, то батарея придатна до роботи і можна проводити підготовку приладу, для чого перемикач 2 перевести в положення “КАЛИБР” і поворотом ручки 4 стрілку встановити на нуль нижньої шкали. Для вимірювання рівня звуку прилад розташовують на відстані 1 м від джерела шуму.

При вимірюванні рівня звуку в дБА перемикач 2 встановлюють в положення А. Якщо вимірюється постійний шум, то перемикач 5 необхідно натиснути в положення “повільно” (кнопка відтиснута). Перемикач діапазону вимірювань 6 треба поставити в положення 100 дБА та при вимірюванні перемикач на менші рівні до тих пір, поки стрілка приладу не буде знаходитись між значеннями 0 та 10 верхньої шкали. Рівень шуму визначають як суму значення діапазону вимірювання, на якому встановлено перемикач 6 та значення, що показує вимірювальний прилад. Наприклад,

перемикач 6 стоїть на діапазоні 60 дБ, а стрілка показує на ділення 4, тоді рівень шуму складає 64 дБ. Результати вимірювань занесіть до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати вимірювань

| Найменування показника, який визначається                                | Рівень звуку, дБА<br>(за ШУМ-1М30) | Октавні рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц<br>(за ВШВ-003-М2) |     |     |     |      |      |      |      |
|--|------------------------------------|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|  |                                    | 63  | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Без засобів захисту від шуму, L  |                                    |   |     |     |     |      |      |      |      |
| Допустимий, L <sub>доп.</sub><br>(табл. 2.1)                             |                                    |   |     |     |     |      |      |      |      |
| Необхідне зниження шуму, L <sub>необ.</sub>                              |                                    |   |     |     |     |      |      |      |      |
| Із засобами захисту від шуму, L <sub>кож.</sub>                          |                                    |   |     |     |     |      |      |      |      |
| Фактичне зниження шуму, L – L <sub>кож.</sub>                            |                                    |   |     |     |     |      |      |      |      |
| Потрібна звукоізоляція засобу захисту від шуму, L – L <sub>доп.</sub> +5 |                                    |   |     |     |     |      |      |      |      |

2. За допомогою приладу ВШВ-003-М2 (рис.2.2) виміряти октавні рівні звукового тиску на робочому місці при ввімкненому джерелі шуму за відсутності засобів захисту від шуму і за наявності звукоізолюючого кожуха.



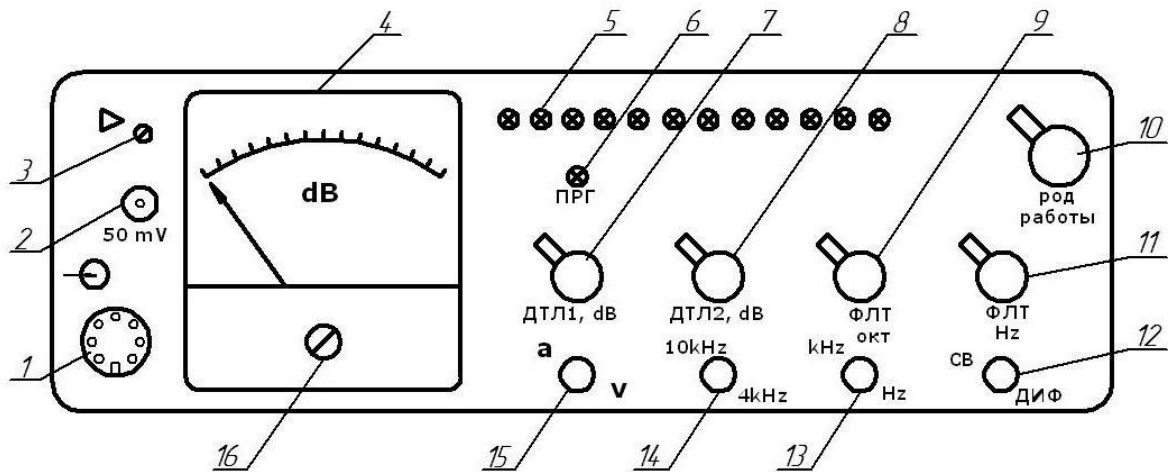


Рисунок 2.2 – Вимірювач рівнів шуму та вібрацій ВШВ -003-M2: 1 - гніздо для приєднання підсилювача ВПМ-101; 2 - гніздо виходу з каліброваного генератора; 3 - резистор для калібрування вимірювача; 4 - табло приладу; 5 - світлові індикатори меж вимірювання; 6 - світловий індикатор перевантаження вимірювального тракту; 7,8 - перемикачі ДЛТ 1dB, ДЛТ 2dB; 9 - перемикач ФЛТ ОКТ; 10 - перемикач «рід роботи»; 11 - перемикач ФЛТ Hz; 12,13,14,15 - кнопки; 16 - механічний коректор нуля.

**Порядок роботи з приладом ВШВ-003-M2:**

- встановити перемикач приладу “РОД РАБОТЫ” в положення S;
- встановити перемикач приладу “ДЛТ 1, dB” в положення 80;
- встановити перемикач приладу “ДЛТ 2, dB” в положення 50, при цьому світиться індикатор 130 dB;
- встановити перемикач приладу “ФЛТ,Hz” в положення ОКТ;
- за допомогою перемикача “ФЛТ ОКТ” вибрати необхідний октавний фільтр, при цьому для шкали в Гц (36,5 Гц, 63 Гц) кнопка кHz/Hz повинна бути натиснута, а для шкали в кГц (0,125 кГц, 0,25 кГц, 0,5 кГц, 1 кГц і т.д.) – відтиснута;
- провести вимірювання октавних рівнів звукового тиску, при цьому капсуль ВПМ-101, за допомогою якого вимірюють шум, необхідно тримати на витягнутій руці в напрямку джерела шуму;
- якщо при вимірювання стрілка приладу знаходиться на початку шкали, її слід ввести в сектор 6-10 дБ спочатку перемикачем ДЛТ 1, а потім

перемикачем ДЛТ 2, якщо при роботі з перемикачем ДЛТ 1 загорається і не згасає індикатор ПРГ, то необхідно перевести перемикач ДЛТ 1 на більш високий рівень (вправо) поки не згасне індикатор ПРГ, і потім працювати з перемикачем ДЛТ 2;

- для визначення результату вимірювань необхідно додати показник за верхньою шкалою приладу, дВ, що відповідає індикатору, який світиться, і показання стрілки приладу;
- після закінчення вимірювань, необхідно всі перемикачі виставити у вихідний стан, а перемикач “РОД РАБОТЫ” в положення 0.

Всі отримані результати занесіть до таблиці 2.2.

### **Висновки**

- Проаналізувати відповідність виміряних октавних рівнів звукового тиску і рівня звуку, дБА, санітарним нормам виробничого шуму на робочих місцях ДСН 3.3.6.037-99.
- Встановити ефективність використання звукоізолюючого кожуху.
- Запропонувати за необхідності додаткові засоби захисту від шуму на робочому місці.

### **Контрольні питання**

1. Шум, фізіологічні характеристики шуму.
2. Класифікації шуму.
3. Нормування виробничого шуму: параметри, які нормуються, основні нормативні документи.
4. Засоби захисту від шуму.
5. Прилад та методика вимірювання рівня звуку.
6. Прилад та методика вимірювання октавних рівнів звукового тиску.

## Лабораторна робота № 3

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНОЇ ТА ШТУЧНОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ

**Мета:** навчитися вимірювати природну освітленість, потрібну для виконання різних видів зорової роботи, розраховувати необхідну площу світлових прорізів для забезпечення нормованої освітленості. Ознайомитися з принципами нормування штучного освітлення виробничих приміщень, методом коефіцієнта використання світлового потоку розрахувати освітленість в робочому приміщенні або за заданим рівнем освітленості – потрібну кількість світильників.

### Короткі теоретичні відомості

Організація раціонального природного освітлення на робочих місцях – одна з умов забезпечення нормальної виробничої діяльності людини. Недостатня освітленість робочого місця може спричинити професійне захворювання або виробничий травматизм. Нормативний документ ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.

Приміщення з постійним перебуванням людей (торгівельні зали, виробничі приміщення тощо) повинні мати природне освітлення, яке забезпечується бічним, верхнім та комбінованим світлом.

Природне освітлення – освітлення приміщень прямим або відбитим денним світлом (видима частина променевої енергії сонця).

Бічне природне освітлення – освітлення приміщення через світлові прорізи у зовнішніх стінах.

Верхнє природне освітлення – освітлення приміщення через світлові ліхтарі, прорізи у покритті або у стінах місць перепаду висот будівлі.

Комбіноване освітлення – поєднання верхнього та бічного природного освітлення. Через постійну зміну зовнішнього світла природна освітленість на робочих місцях характеризується коефіцієнтом природної освітленості.

Коефіцієнт природної освітленості (КПО або  $e$ ) – відсоткове відношення природної освітленості у будь-якій точці всередині приміщення ( $E_{вн}$ ) до

одночасно виміряної на тому ж рівні освітленості зовнішньої горизонтальної площини рівномірно розсіяним (дифузійним) світлом усього небосхилу ( $E_{\text{зов}}$ ).

$$\text{КПО} = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{зов}}} \cdot 100\% , \quad (3.1)$$

Для приміщень з одностороннім бічним освітленням нормується мінімальне значення КПО у точці, розташованій на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленої від світлових прорізів, на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення та умовної робочої поверхні.

Робоча поверхня – поверхня, на якій проводиться робота та нормується або вимірюється освітленість.

Умовна робоча поверхня – умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від рівня підлоги.

Характерний розріз приміщення – поперечний розріз, площина якого перпендикулярна до площини світлових прорізів або до поздовжньої осі приміщення.

Для приміщень із двостороннім бічним освітленням нормується мінімальне значення КПО у точці посередині приміщення на перерізі вертикальної площини характерного розрізу приміщення та умовної робочої поверхні.

У разі комбінованого освітлення допускається розподіл приміщення на зони з бічним (прилегли до зовнішніх стін з вікнами) та верхнім освітленням. Нормування та розрахунок природного освітлення у кожній зоні проводиться окремо.

Під час нормування природної освітленості визначається найменший розмір об'єкта розрізнення, відповідний йому розряд зорової роботи та нормований коефіцієнт природної освітленості.

Об'єкт розрізнення – предмет або його частина, які потрібно розрізняти в процесі роботи.

Розмір об'єкта розрізнення – найменший розмір, який має чітко розрізняти око під час виконання конкретної роботи (наприклад, товщина ліній

шрифту під час читання тексту чи товщина ліній креслення під час його виконання, тощо).

Нормовані значення КПО залежать від поясу світлового клімату. Уся територія СНД поділена на п'ять поясів світлового клімату. Світловий клімат – сукупність умов природного освітлення в тій чи іншій місцевості за період понад 10 років.

Нормовані значення КПО для приміщень, розташованих в різних районах, визначаються за формулою:

$$e_H = e \cdot m, \quad (3.2)$$

де  $e$  – значення КПО за табл. 3.1;

$m$  – коефіцієнт світлового клімату за таблицею 3.2;

Таблиця 3.1 – Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень (витяг з ДБН В. 2.5–28–2006)

| Характеристика зорових робіт | Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм | Розряд зорової роботи | Підрозряд зорової роботи | Штучне освітлення         | Природне освітлення     |
|------------------------------|--|-----------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                              |  |                       |                          | Освітленість, лк          | КПО, %                  |
|                              |  |                       |                          | при загальному освітленні | при боковому освітленні |
| Середньої точності           | 0,5-1                                      | IV                    | а                        | 300                       | 1,5                     |
|                              |  |                       | б                        | 200                       |                         |
|                              |  |                       | в                        | 200                       |                         |
|                              |  |                       | г                        | 200                       |                         |
| Малої точності               | 1-5  | V                     | а                        | 300                       | 1,0                     |
|                              |  |                       | б                        | 200                       |                         |
|                              |  |                       | в                        | 200                       |                         |
|                              |  |                       | г                        | 200                       |                         |
| Груба                        | Більше 5                                   | VI                    | –                        | 200                       | 1,0                     |

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнта світлового клімату

| Світлові прорізи   | Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту | Коефіцієнт світлового клімату, $\tau$   |                         |
|--|--|---|-------------------------|
|  |  | Автономна республіка Крим, Одеська обл. | Решта території України |
| В зовнішніх стінах будинків  | ПН   | 0,85                                    | 0,90                    |
|  | ПНС, ПНЗ   | 0,85                                    | 0,90                    |
|  | З, С   | 0,80                                    | 0,85                    |
|  | ПДС, ПДЗ   | 0,80                                    | 0,85                    |
|  | ПД   | 0,75                                    | 0,85                    |
| Примітка: ПН - північ; ПНС - північ-схід; ПНЗ - північ-захід; С - схід; З - захід; ПД - південь; ПДС - південь-схід; ПДЗ - південь-захід |  |   |                         |

Нерівномірність природного освітлення – відношення середнього значення КПО до його найменшого значення у межах даного приміщення.

Нерівномірність природного освітлення виробничих приміщень не повинна перевищувати 3:1. Нерівномірність природного освітлення не нормується для приміщень з бічним освітленням, у разі виконання робіт VII і VIII розрядів при верхньому або комбінованому освітленні та для допоміжних приміщень.

За призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, чергове, аварійне, евакуаційне, охоронне. Всі ці види освітлення призначені для забезпечення необхідної виробничої діяльності людини у вечірні та нічні години доби.

За виконанням (розміщенням джерел світла) штучне освітлення поділяється на загальне – призначене для рівномірного освітлення приміщення або його частини; місцеве (стаціонарне або переносне) – для освітлення тільки робочих поверхонь; комбіноване – поєднання загального та місцевого освітлення.

Джерелами штучного світла є лампи розжарювання, газорозрядні, або світлодіодні лампи.

Робоча поверхня освітлюється не тільки світловими потоками, які

падають безпосередньо на неї від світильників, а також потоками, відбитими від стін, стелі та підлоги приміщення. За темних стін та стелі відбиті потоки малі і освітленість практично створюється променями, які падають на поверхню від світильників. За рахунок фарбування приміщень у світлі тони можна істотно збільшити освітленість без збільшення потужності світильних установок.

Нормами штучного освітлення встановлюються мінімально допустимі величини освітленості виробничих та допоміжних приміщень, житлових та громадських будівель, території виробничих підприємств, залізничних шляхів, відкритих просторів.

В основу нормування освітленості на робочих місцях покладені характеристики, від яких залежить ступінь напруження зорових органів людини, до них належать: фон, контраст, видимість об'єкта тощо.

Метод коефіцієнта використання світлового потоку дозволяє визначити світловий потік, створений лампами, і розрахувати освітленість в робочому приміщенні або за заданим рівнем освітленості – потрібну кількість світильників.

### **Експериментальна частина**

Вимірювання освітленості робочих поверхонь виконують за допомогою люксометрів, що мають кілька модифікацій (Ю-16, Ю-17, Ю-116).

Люксометр складається з вимірника, селенового фотоелемента типу Ф55С і насадок, що позначаються буквами К, М, Р, Т. Насадки М, Р, Т встановлюються у фотоелемент обов'язково з насадкою К, що має форму півсфери. Разом з насадкою К, залежно від їхнього сполучення, утворюються три поглиначі з коефіцієнтами ослаблення 10, 100, 1000. Коефіцієнт ослаблення 10 – насадка М, коефіцієнт ослаблення 100 – насадка Р, коефіцієнт ослаблення 1000 – насадка Т. Таким чином, насадки застосовуються для розширення діапазону виміру освітленості.

На передній панелі приладу розміщені кнопки перемикача і таблиця зі схемами, що зв'язує дію кнопок та використовуваних насадок з

діапазонами вимірів.

Прилад має дві шкали: 0–100 лк і 0–30 лк. У кожній шкалі точками відзначений початок діапазону вимірів: точка на поділці 17 на шкалі вимірів 0–100, та точка на поділці 5 на шкалі 0–30.

Селеновий фотоелемент приєднується до вимірника шнуром зі штекером, що забезпечує правильну полярність з'єднання.

Відлік значення вимірюваної освітленості здійснюється таким способом.

При натисканні правої кнопки, проти якої нанесені найбільші значення діапазонів вимірів, кратні 10, необхідно користуватися для відліку шкалою 0–100. При натисканні лівої кнопки, проти якої нанесені найбільші значення діапазонів вимірів, кратні 30, необхідно користуватися шкалою 0–30.

Показання приладу в поділах на відповідній шкалі множать на коефіцієнт перерахування шкали, залежно від застосовуваних насадок (10, 100, 1000).

Відлік обмірюваних значень освітленості виконують по горизонтально встановленому вимірнику за умови відсутності затінення фотоелемента. Після закінчення виміру фотоелемент від'єднують від вимірника. На фотоелемент установлюють насадку Т, фотоелемент укладають в кришку футляру.

### **Порядок виконання роботи**

1. Використовуючи ДБН В. 2.5–28–2006 заповнити графи 1-6 табл. 3.3 з урахуванням характеристик виконуваної зорової роботи.

2. Визначити нормативне значення природної освітленості  $e_n$  [ф. 3.2] і внести в табл. 3.3.

3. Виміряти фактичну освітленість робочих поверхонь природному освітленні за допомогою люксметра Ю-116 на кожному робочому місці.

– виділити 5...6 умовних робочих місць у площині характерного розрізу приміщення лабораторії на рівні умовної робочої поверхні, наприклад, на поверхні парт на відстані 1, 2, 3, 4 і т.д. метрів від віконного прорізу;

– люксметром Ю-116 виміряти освітленість виділених робочих місць;

– розрахувати коефіцієнт природної освітленості на робочих місцях за



формулою (3.1) (значення  $E_{зОВ}$  вимірюється на вулиці);

- результати вимірювань та розрахунків занести в таблицю 3.3;
- побудувати графік залежності КПО від розташування робочого місця відносно віконного прорізу, відмітити на графіку на яких умовних робочих місцях можна виконувати навчальну роботу.

4. Виміряти фактичну освітленість робочих поверхонь при штучному освітленні за допомогою люксметра Ю-116:

- виділити 5...6 умовних робочих місць у площині характерного розрізу приміщення лабораторії на рівні умовної робочої поверхні, наприклад, на поверхні парт на середній лінії приміщення, де спостерігається найбільша зміна освітленості;

- результат вимірів записати в табл. 3.3.
- побудувати графік залежності штучної освітленості  $E$  від розташування робочого місця в приміщенні, відмітити на графіку на яких умовних робочих місцях можна виконувати навчальну роботу

Таблиця 3.3 – Результати вимірювання природної та штучної освітленості в лабораторії

| Група приміщень за задачами зорової роботи | Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм | Розряд зорової роботи | Характеристика фону | Підрозряд зорової роботи | Освітлення         |                  |           |                  |                      |            |          |                               |  |  |
|--|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|------------------|-----------|------------------|----------------------|------------|----------|-------------------------------|--|--|
|  |  |                       |                     |                          | Природне           |                  |           |                  | Штучне               |            |          |                               |  |  |
|  |  |                       |                     |                          | Нормативний КПО, % | Освітленість, лк |           | Фактичний КПО, % | Середнє значення КПО | Нормативне | Фактичне | Середнє значення освітленості |  |  |
|  |  |                       |                     |                          |                    | Зовнішня         | Внутрішня |                  |                      |            |          |                               |  |  |
|  |  |                       |                     |                          |                    |                  |           |                  |                      |            |          |                               |  |  |
|  |  |                       |                     |                          |                    |                  |           |                  |                      |            |          |                               |  |  |
|  |  |                       |                     |                          |                    |                  |           |                  |                      |            |          |                               |  |  |
|  |  |                       |                     |                          |                    |                  |           |                  |                      |            |          |                               |  |  |

## **Висновки**

- Оцінити відповідність природного освітлення на робочих місцях встановленим нормам.
- У разі невідповідності вимірних значень нормам та розрахункам, запропонувати заходи щодо поліпшення освітленості робочих місць.
- Оцінити відповідність фактичного штучного освітлення нормам, зробити висновок про необхідність реконструкції системи загального штучного освітлення в приміщенні.

## **Контрольні питання**

1. Що називається природним освітленням?
2. Що таке освітленість? У яких одиницях вона вимірюється?
3. Як визначити нормоване значення КПО для різних поясів світлового клімату?
4. Які види природного освітлення вам відомі?
5. Що називається нерівномірністю природного освітлення?
6. Що таке розряд зорової роботи?
7. Як обчислити коефіцієнт природної освітленості?
8. Як нормується КПО ?
9. Як влаштований люксметр. Принцип його роботи?
10. Як класифікується штучне освітлення за призначенням?
11. Від яких факторів залежить освітленість робочої поверхні або об'єкта, що розглядається?
- 12.Що означає поняття "розмір об'єкта розрізнення"?
- 13.Як нормується штучне освітлення?
- 14.Якими приладами вимірюється освітленість?
- 15.Які Ви знаєте типи ламп, що використовуються як джерела штучного освітлення?

## **Лабораторна робота № 4**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУГИ ДОТИКУ ТА КРОКУ**

**Мета:** визначити величини напруги кроку в зоні розтікання струму та напруги дотику до заземлених неструмоведних частин обладнання, які опинилися під напругою.

#### **Короткі теоретичні відомості**

Стікання струму в землю відбувається при замиканні струмоведних частин на заземлений корпус, падінні проводу на землю та ін. При цьому виникають потенціали на корпусі обладнання, на заземлювачі і поверхні землі навколо нього.

Під напругу дотику людина потрапляє, коли стоїть на ґрунті і торкається заземленого корпусу обладнання, який опинився під напругою. При цьому напруга дотику дорівнює різниці між потенціалом корпусу, якого торкається людина, і потенціалом ґрунту в точці, де стоїть людина. По мірі віддалення від заземлювача напруга дотику збільшується і на відстані більше 20 м вона дорівнює напрузі відносно землі, тому що людина стоїть в точці, потенціал якої дорівнює нулю.

Між двома точками землі, які знаходяться на ділянці розтікання струму замикання, існує деяка різниця потенціалів, яка називається напругою кроку.

Напруга кроку дорівнює нулю, якщо обидві ноги людини знаходяться на так званій екіпотенціальній лінії (лінія з однаковими значеннями потенціалу).

Напруга кроку значно зменшиться і зведеться до безпечної величини, якщо виконано вирівнювання потенціалів поблизу електрообладнання. Якщо не прийняти заходів по вирівнюванню потенціалів, може виникнути круте спадання потенціальної кривої і небезпечні крокові напруги. Для зниження небезпечних крокових напруг за межами країв контуру заземлення, в першу чергу в місцях проходів і проїздів в цехах, вкладаються в землю на різній глибині додаткові сталеві смуги.

Для створення безпечних умов при роботі з електроустановками повинні бути збудовані пристрої для заземлення та заземлені металеві частини

електрообладнання і електропристроїв, які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції. Можливий струм замикання на землю і, відповідно, небезпечність ураження, залежить від напруги джерела струму і його потужності. Найбільш допустимі опори заземлювального пристрою наведені в таблиці 4.1.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмовідних (в нормальному режимі роботи) частин, котрі можуть опинитись під напругою внаслідок порушення ізоляції електроустановки.

Конструктивно заземлення виконується у вигляді декількох вертикальних стержньових заземлювачів, які занурені в землю на певну глибину і з'єднані горизонтальною з'єднувальною смугою. Заземлювальні провідники з'єднують частини електричної установки, які можуть опинитися під напругою при аварійному стані, із з'єднувальною смугою.

Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту  $\rho$ , Ом·м. Питомий опір ґрунту залежить від характеру ґрунту, а також від пори року. Найбільшу величину він має в холодний період у північних районах при промерзанні ґрунту або в теплий період в південних районах, коли ґрунт найбільш сухий.

Опір заземлення необхідно періодично контролювати, тому що із-за корозії заземлювачів або їх механічного пошкодження він може перевищити допустиму величину. Контроль заземлювальних пристроїв проводять перед введенням в експлуатацію і періодично кожного року (при найбільшому підсиханні і найбільшому промерзанні ґрунту).

**Таблиця 4.1 - Допустимі значення опорів заземлювальних пристроїв в електроустановках**

| Характеристика установок  | Найбільший допустимий опір заземлюючого пристрою, Ом   |
|---|--|
| 1.Захисне заземлення в установках з великими струмами замикання на землю (500 А та більше)  | 0,5  |
| 2.Захисне заземлення в установках з малими струмами замикання на землю (до 500 А):  |  |
| – без компенсації ємнісних струмів при використанні заземлювального пристрою:<br>а) для електроустановок до 1000 В;                   | 125/I, але не більше 10<br>(I – розрахунковий опір замикання на землю, А)  |
| б) лише для установок понад 1000 В;   | 250/I, але не більше 10<br>(I – розрахунковий опір замикання на землю, А)  |
| – з компенсацією ємнісних струмів:<br>а) до заземлювального пристрою не приєднані апарати, котрі компенсують ємнісний струм;          | 125/I, але не більше 10<br>(I – розрахунковий опір замикання на землю, котрий виникає при відключенні найбільш потужного з компенсуючих апаратів, але не менше 30 А) |
| б) апарати котрі компенсують ємнісний струм.  | 125/I, але не більше 10<br>(I приймають рівним 1,25 номінального струму компенсуючих апаратів)   |
| 3. Установки з глухим заземленням нейтралі при лінійних напругах, В:  |  |
| а) генераторів або трансформаторів:   |  |
| 660<br>380<br>220   | 2<br>4<br>8  |
| б) повторне заземлення нульового робочого проводу повітряної лінії електропередачі (ПЛ);  |  |
| 660<br>380<br>220   | 15<br>30<br>60   |
| в) всі повторні заземлення нульового робочого проводу ПЛ (сумарний опір):   |  |
| 660<br>380<br>220   | 5<br>10<br>20  |
| 4. Установки з ізолюваною нейтраллю:  |  |
| а) захисне заземлення при потужності генераторів та трансформаторів 100 кВА і менше   | 10   |
| б) захисне заземлення при потужності генераторів та трансформаторів 100 кВА і більше  | 4  |
| в) заземлення гаків та штирів фазових проводів, встановлених на залізобетонних опорах, а також арматури цих опор                      | 50   |
| г) заземлення металевих відтяжок опор в мережах з ізолюваною нейтраллю, закріплених нижнім кінцем на висоті менше ніж 2,5 м від землі | 10   |

## Експериментальна частина

Стенд дозволяє моделювати замикання на землю при контакті між струмоведучими частинами і заземленими корпусами 1-3. Струм стікає в землю через одиночний заземлювач  $R_3$ . Максимальне віддалення від заземлювача точки ґрунту, потенціал якої можна виміряти на стенді, складає 42 см, що відповідає 20 м в реальних умовах.

Вид ґрунту і значення його питомого опору встановлюється шляхом утримування в натиснутому стані відповідної кнопки (таблиця 4.2).

### Порядок виконання роботи

- отримати у викладача варіант завдання (табл. 4.3);
- встановити перемикач “U сети” в положення, яке відповідає варіанту завдання;
- увімкнути на стенді тумблер “Сеть”, а на вертикальній панелі натиснути кнопку “Сеть”. Про готовність стенда до роботи сигналізує зелений світлодіод;
- увімкнути на вертикальній панелі тумблер “Замыкание”. Про появу напруги на корпусі електродвигуна свідчить загорання червоного світлодіоду;
- натиснути і утримувати кнопку “ $\rho$  ґрунту” відповідно до варіанту завдання (таблиця 4.2);
- за міліамперметром визначити стікаючий через заземлювач в землю струм;
- значення напруги мережі  $U$  і струму замикання  $I_3$ , занести до таблиці 4.3.
- розрахувати загальний опір заземлювального пристрою за формулою:

$$R_3 = U_{\text{мережі}}/I_3, \quad (4.1)$$

- дані занести до таблиці 4.4

Таблиця 4.2 - Значення питомих опорів ґрунтів

| Номер кнопки | Ґрунт    | Питомий опір, Ом · м |
|--------------|----------|----------------------|
| 1            | Пісок    | 700                  |
| 2            | Суглинок | 100                  |
| 3            | Глина    | 40                   |
| 4            | Чорнозем | 20                   |

Таблиця 4.3 – Варіанти завдання

| Варіант            | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| U мережі, В        | 20  | 18  | 14  | 10  | 6   | 20  | 18  | 14  | 10  | 20  |
| Номер кнопки       | 1   | 2   | 3   | 4   | 4   | 2   | 3   | 4   | 3   | 3   |
| ρ ґрунту           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| U <sub>p</sub> , В | 380 | 440 | 520 | 660 | 820 | 480 | 540 | 380 | 380 | 220 |

Таблиця 4.4 – Результати вимірювання

| U мережі, В | I <sub>3</sub> , А | R <sub>3</sub> , Ом |
|-------------|--------------------|---------------------|
|             |                    |                     |

### ***Визначення напруги кроку***

- натиснути і утримувати кнопку “ρ ґрунту”;
- зняти залежність величини дослідного потенціалу точки ґрунту φ<sub>д</sub> від відстані цієї точки до заземлювача “R<sub>3</sub>”, для чого за допомогою вольтметра виміряти потенціал точок 0, 3, 6, ... 42 відносно точки землі з нульовим потенціалом „⊥”, а результати вимірювання занести до таблиці 4.4;
- провести перерахунок потенціалів, отриманих на стенді, на значення в реальних умовах:

$$\varphi_p = (U_p / U_{\text{мережі}}) \cdot \varphi_d; \quad (4.2)$$

де φ<sub>p</sub> – потенціал і-ої точки в реальних умовах, В;

φ<sub>д</sub> – потенціал і-ої точки в досліді, В;

U<sub>p</sub> – напруга заземлювача в реальних умовах (відповідно до варіанту

завдання, таблиця 4.2), В;

$U_{\text{мережі}}$  – дослідна напруга заземлювача згідно варіанту, В;

– розрахункові дані занести до таблиці 4.5;

– за даними таблиці 4.5 побудувати графік:  $\varphi_p = f(L_p)$ ;

– за графіком  $\varphi_p = f(L_p)$ , визначити потенціали ніг людини ( $\varphi_{H1}$  і  $\varphi_{H2}$ ), якщо ширина кроку 0,8 м, отримані дані занести в таблицю 4.6;

Таблиця 4.5 – Залежність величини потенціалу ґрунту від відстані до заземлювача

|                        |   |     |     |     |     |     |     |    |      |      |      |      |      |      |    |
|------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|----|
| Відстань<br>$L_d$ , см | 0 | 3   | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 21 | 24   | 27   | 30   | 33   | 36   | 39   | 42 |
| $\varphi_d$ , В        |   |     |     |     |     |     |     |    |      |      |      |      |      |      |    |
| $L_p$ , м              | 0 | 1,4 | 2,8 | 4,3 | 5,7 | 7,1 | 8,6 | 10 | 11,4 | 12,8 | 14,3 | 15,7 | 17,1 | 18,6 | 20 |
| $\varphi_p$ , В        |   |     |     |     |     |     |     |    |      |      |      |      |      |      |    |

Таблиця 4.6 – Значення напруги кроку

|   |                                   |                         |                         |                         |                         |
|---|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Номер шага  | 1                                 | 2                       | 3                       | 4                       | 5                       |
| Відстань ніг від заземлення, м                        | ближня нога 0;<br>дальня нога 0,8 | б. н. 0,8;<br>д. н. 1,6 | б. н. 1,6;<br>д. н. 2,4 | б. н. 2,4;<br>д. н. 3,2 | б. н. 3,2;<br>д. н. 4,0 |
| Потенціал ближньої ноги $\varphi_{H1}$ , В            |                                   |                         |                         |                         |                         |
| Потенціал дальньої ноги $\varphi_{H2}$ , В            |                                   |                         |                         |                         |                         |
| Напруга кроку, В<br>$U = \varphi_{H1} - \varphi_{H2}$ |                                   |                         |                         |                         |                         |

### ***Визначення напруги дотику***

– натиснути і утримувати кнопку “р ґрунту”;

– за допомогою вольтметра виміряти напругу дотику, приєднуючи вольтметр до гнізда одного з корпусів 1-3 та по чергово до гнізд точок 0, 3, 6, ... 42. Результати вимірювання занести до таблиці 4.7;

– провести перерахунок виміряної дослідної напруги дотику  $U_{д.д.}$  на значення в реальних умовах  $U_{д.р.}$ :

$$U_{д.р.} = (U_p / U_{\text{мережі}}) \cdot U_{д.д.}, \quad (4.3)$$



- де  $U_{д.р.}$  – реальна напруга дотику при знаходженні людини в  $i$ -ій точці, В;  
 $U_p$  – напруга заземлювача в реальних умовах (відповідно до варіанту завдання, таблиця 4.2), В;  
 $U_{мережі}$  – дослідна напруга заземлювача згідно варіанту, В;  
 $U_{д.д.}$  – напруга дотику в досліді при знаходженні людини в  $i$ -ій точці, В;  
– розрахункові дані занести до таблиці 4.7;  
– за даними таблиці 4.5 побудувати залежність  $U_{д.р.} = f(L_p)$ .

Таблиця 4.7 – Залежність напруги дотику від відстані до заземлювача

|                        |   |     |     |     |     |     |     |    |      |      |      |      |      |      |    |
|------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|----|
| Відстань<br>$L_d$ , см | 0 | 3   | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 21 | 24   | 27   | 30   | 33   | 36   | 39   | 42 |
| $U_{д.д.}$ , В         |   |     |     |     |     |     |     |    |      |      |      |      |      |      |    |
| $L_p$ , м              | 0 | 1,4 | 2,8 | 4,3 | 5,7 | 7,1 | 8,6 | 10 | 11,4 | 12,8 | 14,3 | 15,7 | 17,1 | 18,6 | 20 |
| $U_{д.р.}$ , В         |   |     |     |     |     |     |     |    |      |      |      |      |      |      |    |

### Висновок

- Оцінити, як змінюється напруга кроку в зоні розтікання струму при віддаленні від заземлювача.
- Проаналізувати, як змінюється напруга дотику до корпусу обладнання, яке опинилося під напругою, при збільшенні відстані від заземлювального пристрою.

### Контрольні питання

1. Дайте визначення напрузі дотику?
2. Що називають напругою кроку? Як вона виникає?
3. Як змінюється напруга кроку при віддаленні від заземлювача?
4. Як змінюється напруга дотику при віддаленні від заземлювача?
5. Як треба виходити із зони розтікання струму, щоб не потрапити під крокову напругу?
6. На яку відстань можна наближуватись на відкритих місцевостях і в приміщеннях до місця обриву проводу?

## Лабораторна робота № 5

### ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ЗАЗЕМЛЕННЯ МЕТОДОМ АМПЕРМЕТРА- ВОЛЬТМЕТРА

**Мета:** ознайомитись з призначенням та основними вимогами до заземлюючих пристроїв, навчитися розраховувати і контролювати стан захисного заземлення.

#### Короткі теоретичні відомості

Для створення безпечних умов під час роботи з електроустановками повинні бути збудовані пристрої для заземлення та заземлені металеві частини електрообладнання, які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції.

Заземлення призначене перш за все для забезпечення безпеки людей від ураження електричним струмом при торканні ними елементів електрообладнання, що опинилося під напругою при аварійних режимах. Також заземлення має важливе значення і для забезпечення пожежної безпеки експлуатації електроустановок об'єктів.

**Заземлення** - це навмисне електричне з'єднання частин електроустановки, які нормально не знаходяться під напругою, з землею.

Заземлення буває:

- захисне заземлення - заземлення частин електроустановки з метою забезпечення електробезпеки;
- робоче заземлення;
- заземлення як захист від розрядів статичної електрики;
- заземлення струмовідводів блискавкозахисту.

Третя і четверта позиції спрямовані на попередження виникнення іскрових розрядів на заземлений предмет і важливі з погляду пожежної безпеки. Звичайно заземлення виконується об'єднаним для всіх чотирьох позицій. При цьому величина опору заземлювача вибирається мінімальною з припускаємого для кожного виду заземлення (найбільш жорсткі вимоги до захисного заземлення. Для фазної напруги 220 В - 4 Ом).

Заземлюючий пристрій складається з заземлювача (штучного і природного) і заземлюючого провідника, що з'єднує корпус із заземлювачем.

Захисне заземлення застосовується:

- у мережах з ізольованою нейтраллю. При глухому замиканні на землю або на заземлений корпус струм замикання взагалі не залежить від опору заземлювача;

- у мережах із напругою вище 1000 В (тобто у мережах з великими струмами замикання) з глухозаземленою нейтраллю. У цьому випадку замикання на землю є фактично коротким замкненням, яке призводить до спрацьовування апарата захисту мережі (запобіжника або автомата), тобто струм замикання на землю не може бути меншим за номінальний струм апарата захисту.

У мережі з глухозаземленою нейтраллю напругою до 1000 В заземлення не ефективне, тому що навіть при глухому замкненні на землю струм залежить від опору заземлення і при зменшенні останнього струм зростає (в таких мережах заземлення без занулення не припускається).

Реально штучний заземлювач складається з певного числа вертикальних електродів, занурених у землю. В якості електродів використовуються, як правило, сталевий куток розміром 25x25x4 мм<sup>3</sup> і більше, прут сталевий діаметром 10 мм і більше, смуга сталева розміром 12x4 мм<sup>2</sup> або більше. Вертикальні електроди з'єднуються горизонтальною з'єднувальною смугою за допомогою зварювання. Вертикальні електроди можуть розташовуватися в ряд або по контуру. Горизонтальна з'єднувальна смуга занурюється в ґрунт на глибину 0,5, 0,8 м. Цехова шина заземлення приєднується до заземлювача не менше, ніж двома провідниками. Цехова шина заземлення фарбується в чорний колір або під колір панелей.

Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту  $\rho$ , Ом·м. Питомий опір ґрунту залежить від характеру ґрунту, а також від пори року. Найбільшу величину він має в холодний період у північних районах при промерзанні ґрунту або в теплий період в південних районах, коли ґрунт

найбільш сухий.

Опір заземлення необхідно періодично контролювати, так як з причини корозії заземлювачів або через їх механічне пошкодження він може перевищити допустиму величину. Контроль заземлювальних пристроїв проводять перед введенням в експлуатацію і періодично кожного року (при найбільшому підсиханні і найбільшому промерзанні ґрунту).

Вимірювання опору заземлювачів може бути проведене різними способами. Для вимірювання опору струму розтікання заземлювачів використовують метод амперметра-вольтметра та спеціальні прилади.

Для вимірювання потрібно два спеціальних заземлювача - зонд і допоміжний заземлювач. Зонд служить для отримання точки з нульовим потенціалом по відношенню до потенціалу випробовуваного заземлення  $R_x$ . Зазвичай зондом служить сталевий стрижень, що забивається в землю. Допоміжний заземлювач створює ланцюг для вимірювального струму. Ці заземлювачі повинні розміщуватися на такій відстані від випробовуваного і один від одного, щоб їх поля розтікання не накладалися. Відстань між випробовуваним заземлювачем і зондом повинна бути не менше: для одиночних заземлювачів - 20 м, для заземлювачів з декількох (двох-пяти) електродів - 40 м, для складних заземлюючих пристроїв - не менше п'ятикратного значення найбільшою діагоналлю площі, займаної випробовуваним заземлювачем.

Збирається вимірювальна схема, що складається з амперметра, вольтметра і резистора моделі опору тіла людини (рис. 5.1).

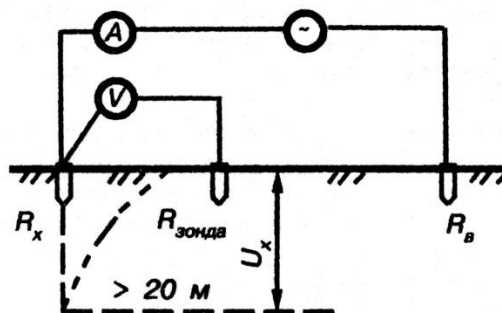


Рисунок 5.1 – Принципова схема методу амперметра-вольтметра:  $R_x$  – опір заземлення,  $R_{зонда}$  – опір зонда,  $R_B$  – опір допоміжного електроду

## Експериментальна частина

1. Розрахувати систему захисного заземлення (визначити кількість електродів заземлювача і заземлювальних провідників, розміри і схеми розташування).

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача  $\eta$  – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами.

Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів  $\eta_v$  в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача  $\eta_r$ .

Для розрахунку обрати вихідні данні за табл. 5.1 (напряга установки, що заземлюється; режим нейтралі мережі; питомий опір ґрунту; план розміщення обладнання, що заземлюється).

Таблиця 5.1 – Вихідні данні для розрахунку системи заземлення

| Варіант завдання | Найменування ґрунту | Кліматична зона | Потужність трансформатора   |
|------------------|---------------------|-----------------|---|
| 1                | Чорнозем            | I               | Установка з ізолюваною нейтраллю, потужності трансформатора менше 100 кВт |
| 2                | Глина               | II              |   |
| 3                | Суглинок            | III             |   |
| 4                | Глина               | IV              | Установка з ізолюваною нейтраллю, потужності генератора більше 100 кВт    |
| 5                | Суглинок            | I               |   |
| 6                | Чорнозем            | III             |   |
| 7                | Суглинок            | II              | Установка з ізолюваною нейтраллю, потужності генератора менше 100 кВт     |
| 8                | Глина               | I               |   |
| 9                | Чорнозем            | II              |   |
| 10               | Глина               | III             | Установка з ізолюваною нейтраллю, потужності генератора більше 100 кВт    |
| 11               | Суглинок            | IV              |   |
| 12               | Чорнозем            | I               |   |

### Порядок розрахунку

– Визначається розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м, у відповідності із заданим варіантом завдання

$$\rho_{розр} = \psi \rho \quad (5.1)$$

де  $\psi$  – коефіцієнт сезонності (таблиця 5.2);

$\rho$  – табличне значення питомого опору ґрунту, Ом·м (таблиця 5.3).

Таблиця 5.2 – Ознаки кліматичних зон і коефіцієнти сезонності

| Характеристика кліматичної зони                                | Коефіцієнт сезонності        |                |              |             |
|--|------------------------------|----------------|--------------|-------------|
|  | Залежно від кліматичної зони |                |              |             |
|  | I                            | II             | III          | IV          |
| Середня багаторічна низька температура, °С                     | від -20 до -15               | від -14 до -10 | від -10 до 0 | від 0 до +5 |
| Тривалість замерзання вод, днів                                | 190-170                      | 150            | 100          | 0           |
| Коефіцієнт сезонності для вертикального електроду довжиною 3 м | 1,7                          | 1,5            | 1,3          | 1,1         |

Таблиця 5.3 – Значення питомого електричного опору різних ґрунтів

| Ґрунт    | Значення $\rho$ , Ом · м |
|----------|--------------------------|
| Глина    | 40                       |
| Суглинок | 100                      |
| Чорнозем | 20                       |

– Розраховується опір розтікання одиночного трубчатого заземлювача за формулою

$$R_o = \frac{\rho_{розр}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (5.2)$$

де  $l$  – довжина заземлювача,  $l = 3$  м;

$d$  – діаметр труби або стержня,  $d = 0,05$  м;

$t$  – відстань від поверхні землі до середини заземлювача

(глибину закладання заземлювачів  $h_B = 0,8$  м);

$$t = h_B + \frac{1}{2}. \quad (5.3)$$

– Визначається  $n_{м.в.}$  – теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання  $\eta_B$ , шт.

$$n_{м.в.} = \frac{R_o}{R_d}, \quad (5.4)$$

$R_d$  – найбільший допустимий опір заземлювального пристрою, Ом,  
(табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Допустимі опори заземлювального пристрою

| Характеристика установок            | Потужність трансформатора  | Допустимий опір заземлювального пристрою, Ом |
|-------------------------------------|--|--|
| Електроустановки напругою до 1000 В | Установки з ізольованою нейтраллю:<br>– потужності генераторів та трансформаторів 100 кВт і менше; | 10 Ом  |
|                                     | – потужності генераторів та трансформаторів більше 100 кВт   | 4 Ом   |

– Визначається  $\eta_B$  – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх в ряд (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів  $\eta_B$  при розташуванні їх в ряд

| Кількість заземлювачів, $n_{m.B}$ |      |      |      |      |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| 2                                 | 3    | 4    | 10   | 20   |
| Коефіцієнт використання, $\eta_B$ |      |      |      |      |
| 0,85                              | 0,73 | 0,65 | 0,59 | 0,48 |

– Розраховується необхідна кількість паралельно з'єднаних одиночних заземлювачів, яка необхідна для отримання допустимих значень опору заземлення за наближеною формулою без врахування опору з'єднуючої смуги:

$$n = \frac{R_O}{R_d \cdot \eta_B} \quad (5.5)$$

– Розраховується довжина горизонтальної з'єднуючої смуги,

$$l_n = a \cdot (n - 1), \quad (5.6)$$

де  $n$  – необхідна кількість вертикальних заземлювачів;

$a$  – відстань між вертикальними заземлювачами,  $a = 3$  м.

– Розраховується опір з'єднуючої смуги за формулою

$$R_n = \frac{\rho_{розр}}{2\pi l_n} \ln \frac{l_n}{d \cdot h_B}, \quad (5.7)$$

де  $d$  – еквівалентний діаметр смуги шириною  $b$ ,  $d = 0,95b$ ,  $b = 0,15$  м;

– Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднуючої смуги

$$R_3 = \frac{R_o \cdot R_n}{R_o \eta_n + R_n n \eta_B} \leq R_D, \quad (5.8)$$

де  $\eta_n$  - коефіцієнт використання (таблиця 5.6) з'єднуючої смуги.

Таблиця 5.6- Коефіцієнт використання з'єднуючої смуги  $\eta_n$ .

| Кількість заземлювачів        |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| 2                             | 3    | 4    | 10   | 20   |
| Заземлювачі розташовані в ряд |      |      |      |      |
| 0,85                          | 0,77 | 0,72 | 0,62 | 0,42 |

## 2 Контроль стану захисного заземлення методом амперметра-вольтметра

### *Визначення опору заземлюючого пристрою за допомогою лабораторного стенду*

Стенд дозволяє моделювати вимірювання опору заземлювального пристрою методом амперметра-вольтметра: тумблер  $R_X$  моделює опір заземлювального пристрою, а його положення 1; 2; 3; 4 відповідають різним значенням опору  $R_X$  та досліджувати вплив взаємного розміщення електродів на результати вимірювань шляхом переміщення штекера з гнізда „ $R_3$ ” в гніздо „ $R_3^{/}$ ” та „ $R_3^{//}$ ”.

Послідовність проведення дослідження:

- увімкнути стенд за допомогою тумблеру „Сеть” універсального лабораторного стенда (вивести у верхнє положення);
- перемикач „ $R_X$ ” установити в необхідне положення 1;
- штекер вольтметра встановити в гніздо „ $R_3$ ”;
- зафіксувати в таблиці 5.7 показання амперметра і вольтметра;
- штекер, що з'єднує вольтметр із гніздом „ $R_3$ ” переставити у гніздо „ $R_3^{\wedge}$ ” та зафіксувати показання амперметра і вольтметра;
- перенести зазначений штекер у гніздо „ $R_3^{/}$ ”, зафіксувати показання амперметра і вольтметра;
- перемикач „ $R_X$ ” установити в необхідне положення 2; 3 а потім 4 і повторити вимірювання.



- привести лабораторний стенд в початкове положення.

За результатами вимірювання обрахувати значення  $R = U/I$  (таблиця 5.7)

Таблиця 5.7 – Результати експерименту

| Положення перемикача, $R_x$ | Положення штекера | Показання вольтметра, В | Показання амперметра, А | Опір заземлення $R$ , Ом |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1                           | $R_3$             |                         |                         |                          |
|                             | $R_3'$            |                         |                         |                          |
|                             | $R_3''$           |                         |                         |                          |
| 2                           | $R_3$             |                         |                         |                          |
|                             | $R_3'$            |                         |                         |                          |
|                             | $R_3''$           |                         |                         |                          |
| 3                           | $R_3$             |                         |                         |                          |
|                             | $R_3'$            |                         |                         |                          |
|                             | $R_3''$           |                         |                         |                          |
| 4                           | $R_3$             |                         |                         |                          |
|                             | $R_3'$            |                         |                         |                          |
|                             | $R_3''$           |                         |                         |                          |

### Висновок

- Навести розраховані значення заземлюючого пристрою, проаналізувати можливість експлуатації електроустановки з даним опором заземлення.
- Порівняти розраховані експериментальні значення опору заземлювального електроду з допустимими та зробити висновок щодо можливості використання даного виду устаткування.

### Контрольні запитання

1. Призначення захисного заземлення.
2. Конструктивне виконання захисного заземлення.
3. Які матеріали використовують для заземлювачів?
4. Яким методом можна здійснити контроль заземлення? Сутність методу.
5. Коли проводиться перевірка опору заземлювального пристрою, і з якою періодичністю?

## Лабораторна робота № 6

### ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ ОБЛАДНАННЯ

**Мета:** ознайомитися із причинами ураження людини електричним струмом та факторами, які впливають на його наслідки; навчитись оцінювати тяжкість ураження за величиною струму.

#### Короткі теоретичні відомості

Безпосередніми причинами ураження людей електричним струмом є наступні:

- дотик до неізольованих струмоведучих частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих при фактично пошкодженій ізоляції;
- дотик до неструмоведучих частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій які опинилися під напругою;
- дія напруги кроку;
- ураження через електричну дугу.

Тяжкість ураження людини у всіх перерахованих вище випадках визначається величиною струму, що проходить через її тіло. Величина струму через людину, в свою чергу, залежить від напруги під яку потрапляє людина, від опору тіла людини, від опору ізоляції фазних проводів відносно землі, від ємнісної складової мережі а також від конструкційних особливостей мережі живлення.

В реальній лінії електропередач (повітряній чи кабельній) опір ізоляції проводів відносно землі ( $r_{i3}$ ) розподіляється по всій довжині ліній електропередач – опорні, підвісні, натяжні ізолятори, ізоляція кабелю. Чим більше протяжність лінії електропередач, тим менший загальний опір ізоляції проводів відносно землі. Необхідний опір ізоляції регламентується чинними нормативами і відповідно до НПАОП 40.1-1.32-01 “Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок” (ПБЕ) має бути щонайменше 0,5 МОм (1 кОм на вольт напруги). Ізоляція струмопровідних ліній електропередач виконується з діелектриків, питомий опір яких внаслідок

старіння ізоляції з часом, частого зволоження, забруднення, нагрівання, дії агресивного середовища тощо знижується.

Кожна ділянка лінії електропередач, що знаходиться під напругою, крім опору ізоляції має певну ємність відносно землі. Ємнісна складова струму ( $C$ ) через людину у разі потрапляння під напругу в розгалужених мережах може досягати небезпечних для людини значень.

Наслідки ураження людини електричним струмом у випадку дотику її до металоконструкцій, які опинилися під напругою залежать від конструкційних особливостей мережі живлення, а саме, від кількості фаз і режиму нейтралі – ізольованої чи глухозаземленої.

Дотик може бути одно- або двополюсним у однофазних мережах або у мережах постійного струму та одно- або двофазним у трифазних мережах.

**В однофазній мережі**, ізольованій від землі, за непошкодженої ізоляції (рис. 6.1) величина струму через тіло людини практично не залежить від опору тіла людини і визначається опором ізоляції проводу до якого доторкнулась людина відносно землі. Знехтувавши ємнісною складовою струму через людину ( $C_1 = C_2 = 0$ ), та за умови, що  $r_1 = r_2 = r_{i3}$  величину струму через людину можна визначена як:

$$I_{л} = \frac{U}{2R_{л} + r_{i3}}, A, \quad (6.1)$$

де  $U$  – напруга мережі, В;

$R_{л}$  – опір людини ( $R_{л} = R_{тіла} + R_{взуття} + R_{підлоги}$ ), Ом;

$r_{i3}$  – опір ізоляції проводів 1 і 2 відносно землі, Ом.

В знаменнику  $R_{л}$  при розрахунку струму через людину за несприятливих умов (відсутності ізолюючого взуття, підлоги) приймають як  $R_{тіла}$  в межах  $10^3$  Ом, а  $r_{i3}$  відповідно до чинних нормативів на декілька порядків більше.

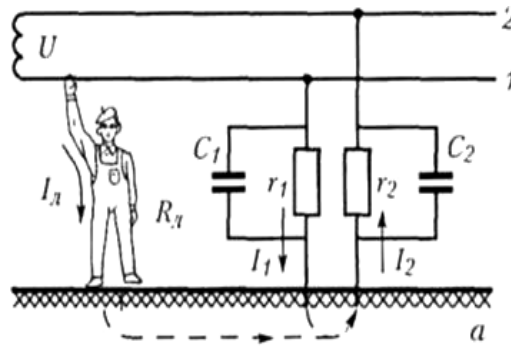


Рисунок 6.1 – Принципова схема включення людини під напругу в однофазній мережі ізольованій від землі в нормальному режимі роботи

У разі двополюсного дотику, струм через людину визначається за наступною формулою

$$I_{л} = \frac{U}{R_{T}}, A, \quad (6.2)$$

де  $U$  – напруга мережі, В;

$R_{T}$  – опір тіла людини, Ом (приймається для розрахунків  $R_{T} = 1000$  Ом).

**Трифазна мережа, ізольована від землі.** У разі дотику людини до фазного проводу трифазної мережі, ізольованої від землі виникає мережа замикання на землю, більш розгалужена, ніж в однофазній. Основні елементи цієї мережі: “фазний провід  $C$ ” – “людина паралельно з опором ізоляції цього проводу відносно землі  $r_C$ ” – “земля” – “опори ізоляції проводів  $A$  і  $B$  відносно землі  $r_A$  і  $r_B$ ” – “фазні проводи  $A$  і  $B$ ” (рисунок 7.2 а).

До цієї мережі прикладена лінійна напруга  $U_{л}$ , а не фазна  $U_{ф}$ , як у однофазній мережі. Оскільки  $U_{л} = \sqrt{3} \cdot U_{ф}$ , то в трифазній мережі за інших рівних факторів величина струму замикання на землю, як і величина струму, що проходить через людину при її дотику до фазного проводу, має бути більшою.

За рівності опорів ізоляції ( $r_A = r_B = r_C = r_{із}$ ) і ємностей ( $C_A = C_B = C_C = C$ ) струм, що проходить через людину, визначиться виразом:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{л} \sqrt{1 + \frac{r_{із} \left( \frac{r_{із} + 6R_{л}}{9R_{л}} + r_{із}^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2 \right)}}}, A, \quad (6.3)$$

де  $U_{\phi}$  – фазна напруга мережі, В;

$R_{л}$  – опір людини, Ом;

$r_{із}$  – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом,

$\omega$  – кутова частота мережі, Гц;

$C$  – ємність проводів відносно землі, Ф.

У випадку відсутності ємнісної складової струму, тобто коли  $C_A = C_B = C_C = 0$  (що досить ймовірно для нерозгалужених повітряних мереж), за умови  $r_A = r_B = r_C = r_{із}$ , величина струму, що проходить через людину, визначиться виразом

$$I_{л} = \frac{3U_{\phi}}{3R_{л} + r_{із}}, A, \quad (4)$$

де  $U_{\phi}$  – фазна напруга мережі, В;

$R_{л}$  – опір людини, Ом;

$r_{із}$  – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом.

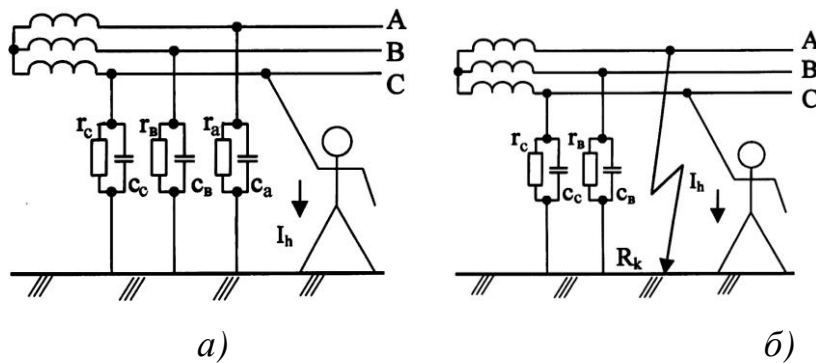


Рисунок – 6.2 Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в мережі з ізолюваною нейтраллю: а – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів); б – аварійний режим роботи мережі

Порівнюючи вираз (6.1) для величини струму, що проходить через людину, в нормальному режимі роботи електроустановки в однофазній мережі і вираз (6.3), бачимо, що в трифазній мережі  $I_{л}$  практично, в три рази більше.

У випадку однофазного дотику людини в аварійному режимі роботи

мережі з ізольованою нейтраллю, тобто, коли один із фазних проводів замкнутий на землю (рис. 6.2 б), струм через людину визначається за формулою:

$$I_{л} = \frac{U_{л}}{R_{Т}}, A, \quad (6.5)$$

де  $U_{л}$  – лінійна напруга мережі, В;

$R_{Т}$  – опір тіла людини.

### **Трифазна чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю.**

Нейтраль вторинної обмотки трансформатора, від якого живиться така мережа, заземлена через  $R_0 \ll R_{л}$ . У випадку дотику людини до фазного проводу  $C$  утворюється мережа струму “фазний провід  $C$  – людина – земля –  $R_0$  – фазний провід  $C$ ”, в якій всі елементи з’єднані послідовно.

Струм через людину у випадку однофазного дотику до фазного проводу за непошкодженої ізоляції інших фазних проводів (рисунок 3 а) визначиться виразом:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{л} + R_0}, A, \quad (6)$$

де  $R_0$  – опір заземлення, Ом.

У цій мережі найбільший опір має елемент “людина” – 1000 Ом. Опір інших елементів проходженню струму знаходиться в межах 10 Ом. Тому можна вважати, що людина попадає, практично, під фазну напругу ( $U_{\text{дом}} = U_{\phi}$ ) а величина струму залежить, в основному, від  $R_{л}$ .

Тому величина струму через людину у випадку її однофазного дотику до неізольованих струмовідних частин, які знаходяться під напругою, в мережах із глухозаземленою нейтраллю має бути на два порядки більшою, ніж в мережах, ізольованих від землі за нормального стану ізоляції (значення  $I_{л}$  за (6.1) і (6.3) та (6.4)).

В аварійному режимі роботи мережі із глухозаземленою нейтраллю (рис. 6.3 б), струм через людину у випадку її однофазного дотику визначиться за формулою:

$$I_n = \frac{U_\phi}{R_T}, A, \quad (6.7)$$

де  $U_\phi$  – фазна напруга мережі, В;

$R_T$  – опір тіла людини.

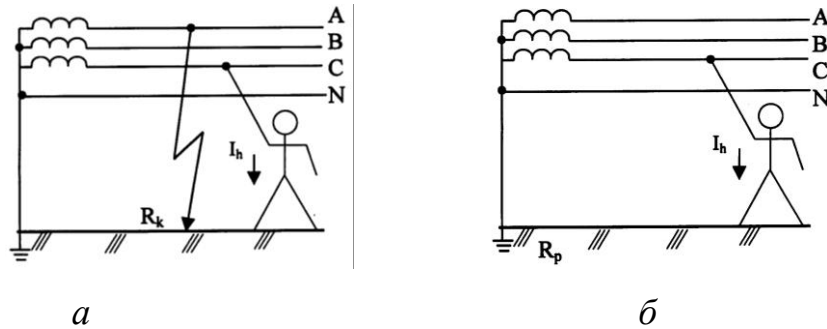


Рисунок 6.3 – Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю: а – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів); б – аварійний режим роботи мережі

У випадку двофазного дотику людини незалежно від режиму нейтралі трансформатора (рис. 6.4) основна частина струму проходить шляхом «рука-рука». Величина струму, який пройде через людину визначиться виразом:

$$I_n = \frac{U_\phi}{R_T}, A, \quad (6.8)$$

де  $U_\phi$  – лінійна напруга мережі, В;

$R_T$  – опір тіла людини.

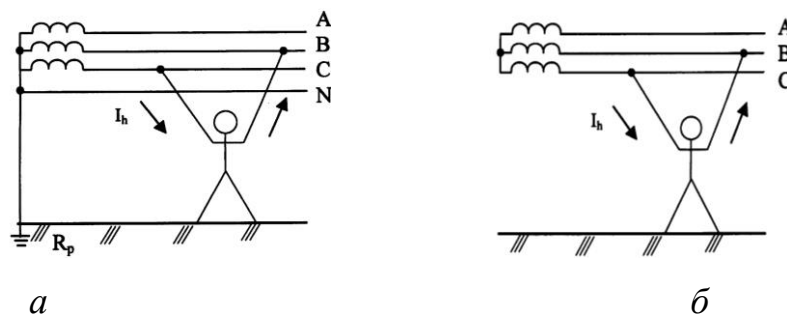


Рисунок 6.4 – Схема включення людини під напругу у випадку двофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю: а – мережа з ізолюваною нейтраллю; б – мережа з глухозаземленою нейтраллю.

На виробництві і в побуті найчастіше застосовуються мережі із глухозаземленою нейтраллю. І тільки в гірничодобувній промисловості і на торфорозробках, відповідно до вимог електробезпеки, обов'язковим є застосування мереж, ізольованих від землі.

Такий підхід до вибору режиму нейтралі електричної мережі обумовлений такими обставинами:

– в умовах виробничих підприємств, громадських установ, житлового сектора і т. ін. забезпечення необхідного опору ізоляції у випадку застосування мереж, ізольованих від землі, пов'язано з певними технічними і економічними проблемами;

– в мережах із глухозаземленою нейтраллю можливо забезпечити більш ефективний захист у випадку пошкодження ізоляції і переході напруги на неструмовідні частини електроустановок.

### Експериментальна частина

1 Розрахувати силу струму що протікає через тіло людини у випадку її однофазного дотику до оголеного проводу трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю в а) нормальному і б) аварійному режимі роботи. Напруга живлячого трансформатора  $U = 380/220$  В. Інші вихідні дані: опір тіла людини  $R_{тіла}$ , кОм, опір підлоги  $R_{підлоги}$ , кОм, опір ізоляції  $r_{із}$ , кОм і опір взуття  $R_{взуття}$ , кОм наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку однофазного дотику мережі з глухозаземленою нейтраллю

| Вихідні дані        | Варіанти |     |     |     |     |      |      |     |      |      |
|---------------------|----------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|
|                     | 1        | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7    | 8   | 9    | 10   |
| $R_{тіла}$ , кОм    | 1,0      | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 0,95 | 1,05 | 0,8 | 1,15 | 0,85 |
| $R_{підлоги}$ , кОм | 1,4      | 50  | 22  | 97  | 15  | 1,5  | 3,0  | 10  | 2,5  | 99   |
| $r_{із}$ , кОм      | 500      | 700 | 600 | 300 | 100 | 800  | 900  | 200 | 400  | 1000 |
| $R_{взуття}$ , кОм  | 1,5      | 7,5 | 0,5 | 900 | 25  | 2,0  | 1,0  | 700 | 0,7  | 80   |

2 Визначити силу струму, що протікає через тіло людини у випадку її однофазного дотику (в нормальному і аварійному режимах) до струмопровідної



частини електроустановки в мережі з ізольованою нейтраллю трансформатора. Оцінити небезпеку таких включень для людини, порівняти отримані значення з допустимими. Для розрахунку задані: лінійна напруга мережі  $U_L$ , кВ, опір ізоляції фазних проводів ( $r_A = r_B = r_C = r_{із}$ ), ємність фазних проводів відносно землі ( $C_A = C_B = C_C = C$ ), перехідний опір в місці замикання на землю  $R_K$ , Ом, опір тіла людини  $R_{тіла}$ , кОм, матеріал підошви взуття і матеріал опорної поверхні ніг (підлоги). Вихідні дані наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Вихідні дані до розрахунку однофазного дотику мережі з ізольованою нейтраллю трансформатора

| Варіант | $U_L$ , кВ | $r_{із}$ , кОм | $C$ , мкФ | $R_{тіла}$ , кОм | Матеріал підошви взуття | Матеріал опорної поверхні ніг |
|---------|------------|----------------|-----------|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1       | 6          | 50             | 0,050     | 2,0              | Шкіра с.                | Цегла с.                      |
| 2       | 6          | 60             | 0,055     | 1,0              | Шкіра в.                | Цегла в.                      |
| 3       | 6          | 70             | 0,060     | 1,8              | Шкірозамінник с.        | Дерево с.                     |
| 4       | 6          | 80             | 0,065     | 1,7              | Шкірозамінник в.        | Дерево в.                     |
| 5       | 6          | 90             | 0,070     | 1,6              | Шкіра с.                | Лінолеум с.                   |
| 6       | 10         | 100            | 0,075     | 1,5              | Шкіра в.                | Лінолеум в.                   |
| 7       | 10         | 110            | 0,080     | 1,4              | Гума с.                 | Бетон с.                      |
| 8       | 10         | 120            | 0,085     | 1,3              | Гума в.                 | Бетон в.                      |
| 9       | 10         | 130            | 0,090     | 1,2              | Шкірозамінник с.        | Метал.                        |
| 10      | 10         | 140            | 0,095     | 1,1              | Шкірозамінник в.        | Метал                         |

Примітка: в таблиці прийняті скорочення: “с” – сухий, “в” – вологий.

Таблиця 6.3 – Значення опору взуття

| Приміщення    | Матеріал підошви | Опір $R_{взуття}$ , кОм |                 |                 |           |
|---------------|------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------|
|               |                  | Напруга $U$ , В         |                 |                 |           |
|               |                  | $U < 65$                | $U \approx 127$ | $U \approx 220$ | $U > 220$ |
| Сухе          | Шкіра            | 200                     | 150             | 100             | 50        |
|               | Шкірозамінник    | 150                     | 100             | 50              | 25        |
|               | Гума             | 500                     | 500             | 500             | 500       |
| Сире і вологе | Шкіра            | 1,6                     | 1,8             | 0,5             | 0,2       |
|               | Шкірозамінник    | 2,0                     | 1,0             | 0,7             | 0,5       |
|               | Гума             | 2,0                     | 1,8             | 1,5             | 1,0       |

Таблиця 6.4 – Значення опору підлоги

| Матеріал підлоги | Опір підлоги, $R_{підлог}$ , кОм |                |               |
|------------------|----------------------------------|----------------|---------------|
|                  | Підлога суха                     | Підлога волога | Підлога мокра |
| Бетон            | 2000                             | 0,9            | 0,1           |
| Дерево           | 30                               | 3,0            | 0,3           |
| Цегла            | 10                               | 1,5            | 0,8           |
| Лінолеум         | 1500                             | 50             | 4,0           |
| Метал            | 0,01                             | 0              | 0             |

3. Провести експериментальне дослідження величини струму, що протікає через тіло людини шляхом моделювання основних параметрів досліджуваних трифазних мереж. Опір тіла людини моделюється активним опором.

### Порядок виконання роботи

1. Мережа з ізолюваною нейтраллю:

Дані для розрахунку вибрати з таблиці 6.5 за вказівкою викладача.

Таблиця 6.5 – Варіанти завдань.

| Варіанти        | 1        | 2  | 3  | 4        | 5  | 6  | 7        | 8   | 9  | 10       |
|-----------------|----------|----|----|----------|----|----|----------|-----|----|----------|
| $r, \text{кОм}$ | $\infty$ | 10 | 50 | $\infty$ | 20 | 10 | $\infty$ | 400 | 10 | $\infty$ |
| $C, \text{мкФ}$ | 0,1      | 0  | 0  | 0,2      | 0  | 0  | 0,5      | 0   | 0  | 1,0      |

- Поставити перемикачі “ $R_A$ ”; “ $R_B$ ”; “ $R_C$ ”; “ $R_h$ ” в положення “ $\infty$ ”, а перемикачі “ $C_A$ ”; “ $C_B$ ”; “ $C_C$ ” – в положення “0”. Тумблер “ $R_0$ ” в положення “Выкл.”.
- Ввімкнути на стенді тумблер “Сеть”, а на вертикальній панелі натиснути кнопку “Сеть”. Про готовність стенду до роботи сигналізує на вертикальній панелі світлодіод.
- Виміряти за допомогою вольтметра лінійні напруги  $U_L$  мережі. Показання вольтметра помножити на десять. Результати вимірів занести до таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Значення лінійних напруг.

| $U_{AB}, \text{В}$ | $U_{AC}, \text{В}$ | $U_{BC}, \text{В}$ |
|--------------------|--------------------|--------------------|
|                    |                    |                    |

- Ввімкнути на вертикальній панелі тумблер «Замыкание». Про появу напруги на корпусі електродвигуна свідчить спалахування світлодіода.
- Зняти залежність величини струму  $I_h$ , що протікає через тіло людини, та напруги дотику  $U_{\text{дот}}$  від наступних величин:
  - величини опору  $R_A=R_B=R_C=r$  ізоляції фаз  $I_h = f(r)$  і  $U_{\text{дот}} = f(r)$  при  $C_A=C_B=C_C=C = \text{const}$  та  $R_h = \text{const}$ .
  - величини ємності  $C_A = C_B = C_C = C$  фаз відносно землі  $I_h = f(C)$  і  $U_{\text{дот}} = f(C)$

при  $R_A=R_B=R_C=r=const$  та  $R_h = const$ . Результати вимірювань занести в таблиці 6.7 та 6.8.

Значення  $C$  та  $R_h$  задаються довільно за допомогою тумблерів  $C_A=C_B=C_C$  та  $R_h$ .

Значення  $r$  та  $R_h$  задаються довільно за допомогою тумблерів  $R_A=R_B=R_C$  та  $R_h$ .

- Побудувати за результатами таблиць 6.7 та 6.8 графіки залежності:

- $I_h = f(r)$  і  $U_{\text{дом}} = f(r)$  при  $C_A = C_B = C_C = C = const, R_h = const$ .
- $I_h = f(C)$  і  $U_{\text{дом}} = f(C)$  при  $R_A=R_B=R_C=r=const, R_h = const$ .

Таблиця 6.7 – Залежність величини струму і напруги дотику від опору ізоляції

фаз

|                            |       |         |   |   |   |    |     |          |
|----------------------------|-------|---------|---|---|---|----|-----|----------|
| $r, \text{кОм}$            |       |         | 1 | 2 | 5 | 10 | 400 | $\infty$ |
| $I_h, \text{мА}$           | $C =$ | $R_h =$ |   |   |   |    |     |          |
| $U_{\text{дот}}, \text{В}$ |       |         |   |   |   |    |     |          |

Таблиця 6.8 – Залежність величини струму і напруги дотику від величини

ємності фаз

|                            |       |         |   |     |     |     |     |     |
|----------------------------|-------|---------|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| $C, \text{мкФ}$            |       |         | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| $I_h, \text{мА}$           | $r =$ | $R_h =$ |   |     |     |     |     |     |
| $U_{\text{дот}}, \text{В}$ |       |         |   |     |     |     |     |     |

## 2. Мережа з глухозаземленою нейтраллю

- Перевести перемикач на вертикальній панелі “ $R_0$ ” в положення «Вкл».

- Виміряти за допомогою вольтметра напругу (показання вольтметра помножувати на десять)  $U_\phi$  і  $U_{\text{л}}$  мережі. Результати вимірювань занести в таблицю 6.9.

Таблиця 6.9 – Значення лінійних та фазних напруг

|                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| $U_{A0}, \text{В}$ | $U_{B0}, \text{В}$ | $U_{C0}, \text{В}$ | $U_{AB}, \text{В}$ | $U_{AC}, \text{В}$ | $U_{BC}, \text{В}$ |
|                    |                    |                    |                    |                    |                    |

- Ввікнути тумблер “Замыкание”. При цьому на корпусі електродвигуна спалахує світлодіод.

- Зняти залежність величини струму, що протікає через тіло людини  $I_h = f(R_h)$  і напруги дотику  $U_{\text{дот}} = f(R_h)$  при  $C_A=C_B=C_C=C=const, R_A=R_B=R_C=r=const$ .

- Результати вимірювань занести до таблиці 6.10. Значення  $C$  та  $r$

задаються довільно за допомогою тумблерів  $C_A=C_B=C_C$  та  $R_A=R_B=R_C$ .

Таблиця 6.10 – Залежність величини струму і напруги дотику від опору тіла людини

| $R_h$ , кОм          |     |     | 1 | 2 | 5 | 10 | 400 | $\infty$ |
|----------------------|-----|-----|---|---|---|----|-----|----------|
| $I_h$ , мА           | C = | r = |   |   |   |    |     |          |
| $U_{\text{дот}}$ , В |     |     |   |   |   |    |     |          |

- Вимкнути тумблер “Замыкание”.
- Вимкнути стенд.
- Побудувати за результатами таблиці 6.10 графіки залежності:

$$I_h = f(R_h) \text{ і } U_{\text{дот}} = f(R_h) \text{ при } C_A = C_B = C_C = C = \text{const}, R_A = R_B = R_C = r = \text{const}.$$

### Висновок

- За результатами розрахунків проаналізувати ступінь ураження людини струмом, що протікає через тіло за різних випадках дотику до різних видів мереж.
- За результатами експериментальних досліджень зробити висновки, щодо залежності опору тіла людини під час ураження людини електричним струмом в мережах з ізолюованою і глухозаземленою нейтраллю.

### Контрольні питання

1. Назвіть основні причини ураження людини електричним струмом.
2. Охарактеризуйте дію електричного струму на організм людини.
3. Які фактори впливають на наслідки ураження електричним струмом.
4. Якими параметрами визначаються наслідки ураження людини електричним струмом в мережах з ізолюованою та глухозаземленою нейтраллю?
5. Дайте порівняльну оцінку небезпеки мереж з ізолюованою і глухозаземленою нейтраллю при нормальному стані ізоляції та при її пошкодженні.

## Лабораторна робота №7

# ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТУ

**Мета:** ознайомитись з первинними засобами пожежегасіння, навчитися розраховувати необхідну кількість вогнегасників та скласти план евакуації працівників з приміщення.

### Короткі теоретичні відомості

1. Комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі що виникла, називається пожежегасінням. Важливе значення в системі пожежегасіння має вибір найраціональніших способів та засобів припинення горіння згідно з ДБН В 2.5-13-98 “Пожежна автоматика будинків і споруд”

Основою пожежегасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці використовують декілька способів припинення горіння:

- припинення доступу окисника ( $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ) або його зниження до величин, за яких горіння неможливе;
- охолодження зони горіння нижче температури запалення;
- розведення горючих речовин негорючими (досягається введенням інертних газів та пари ззовні);
- інтенсивне гальмування швидкості хімічної реакції у полум'ї (вводяться галоїдно-похідні речовини, які припиняють екзотермічну реакцію, наприклад, бромистий етил, фреон та ін.);
- механічне відривання полум'я потужним струменем газу або води;
- створення вогнеперешкоди (створення умов, за яких полум'я не поширюється через вузькі канали, переріз яких менше критичного).

Реалізація способів припинення горіння досягається використанням вогнегасних речовин та технічних засобів. До вогнегасних належать речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створювати умови для припинення горіння.

Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів:

- для охолодження зони горіння – вода, водні розчини, снігоподібна вуглекислота;
- для розбавлення горючого середовища – діоксид вуглецю, інертні гази, водяна пара;
- для ізоляції вогнища – піна, пісок пожежестійкі тканини, азбест, брезент;
- для хімічного гальмування горіння – брометил, хладон, спеціальні порошки;

Вода має декілька фізико-хімічних властивостей, що зумовлюють її вогнегасні властивості, серед них можна виділити наступні:

- поглинає велику кількість тепла завдяки випаровуванню (для випаровування 1 кг води витрачається 2258,5 кДж тепла) і утворює парову хмару, яка перешкоджає доступу кисню і, змішуючись із горючими газами, що виділяються при горінні, розводить їх, утворюючи суміш, не здатну до горіння;
- висока технологічна стійкість (розкладання на кисень та водень відбувається за температури 1700°C) дає змогу використовувати воду для гасіння більшості горючих матеріалів та рідин.

Не рекомендується гасити водою цінні речі, обладнання, книги, документи та інші предмети, що приходить під виливом води до непридатного стану.

Піна – це колоїдна дисперсна система, яка складається із дрібних бульбашок, заповнених газом (утворюються із розчинів поверхнево-активних речовин і стабілізаторів).

До вогнегасних властивостей піни відносяться наступні:

- низька теплопровідність;
- перешкоджає випаровуванню горючих речовин, а також проникненню парів, газів, теплового випромінювання;
- охолоджувальні властивості.

Важливими характеристиками піни є її стійкість і кратність – відношення об'єму піни до об'єму піноутворюючої рідини. Низьократними

пінами гасять вогонь на поверхнях, пінами середньої кратності (до 100) – рідини, високократні піни (100-150 та більше) використовують для об'ємного гасіння, витіснення диму, ізоляції технологічних установок від впливу теплових потоків.

Вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) – безбарвний, не горить, в результаті стискання під тиском 3,5 МПа ( $35 \text{ кг/см}^2$ ) перетворюється на рідну, що називається вуглекислотою; яка зберігається і транспортується у сталевих балонах під тиском. За нормальних умов вуглекислота випаровується, при цьому із 1 кг кислоти отримують 509 л газу.

Для гасіння пожеж вуглекислоту застосовують у двох станах: у газоподібному та у вигляді снігу. Сніжинки вуглекислоти мають температуру -  $79^\circ\text{C}$ . При надходженні у зону горіння вуглекислота випаровується, сильно охолоджує зону горіння та предмет, що горить, і зменшує процентний вміст кисню.

Вуглекислота не є електропровідною. Застосовують її для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, а також для гасіння цінних речей.

Інертні гази (азот, аргон, гелій) та димові гази мають здатність зменшувати концентрацію кисню в осередку горіння. Вогнегасна концентрація цих газів при гасінні пожеж у закритих приміщеннях складає 30 – 36% за об'ємом.

Галогенпохідні вуглеводнів (хладон, чотирихлористий вуглець, бромистий етил та ін.) здатні гальмувати хімічні реакції горіння, їх застосовують для гасіння твердих та рідких горючих матеріалів, найчастіше при пожежах у замкнених об'ємах. Вогнегасна концентрація цих речовин значно нижча за вогнегасну концентрацію інертних газів (для бромистого етилу – 4,5 %, для чотирихлористого вуглецю – 10,5 % за об'ємом). Більшість цих речовин є вкрай шкідливими, тому можуть застосовуватися за умови відсутності людей у приміщенні. Відносно помірну токсичність має хладон 114 В2, який забезпечує гасіння за концентрацій всього біля 2 %. Але за

вимогами безпеки евакуація людей повинна бути завершена до його використання. Особи, що беруть участь у ліквідації пожежі, можуть заходити у приміщення, де використовують будь-які галогенні похідні вуглеводнів, тільки у спеціальних засобах захисту органів дихання.

Вогнегасні порошки здатні хімічно гальмувати реакції горіння; утворювати на поверхні речовини, що горить, ізолювальну плівку; утворювати хмару порошку, яка має властивості екрану; механічно збивати полум'я твердими частинками; виштовхувати кисень із зони горіння за рахунок видалення CO<sub>2</sub>. Вони використовуються для ліквідації горіння твердих, рідких та газоподібних речовин, найчастіше – легкозаймистих і горючих рідин, електроустаткування, вуглецевих тліючих матеріалів, лужних та лужноземельних металів та інших речовин (калію, магнію, натрію), які не можна гасити водою та водними розчинами.

Стиснуте повітря використовують для гасіння горючих рідин з метою перемішування рідини, що горить. Стиснуте повітря, яке подається знизу, переміщує нижні, більш холодні шари рідини наверх, зменшуючи температуру верхнього шару. Стиснуте повітря використовують при гасінні пожеж у резервуарах нафтопродуктів великої місткості.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежегасіння відповідно до Типових норм належності вогнегасників (наказ МНС України 02.04.2004 № 151); ДСТУ 3675-98 “Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань”; ДСТУ 3734-98 (ГОСТ 30612-99) “Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги”.

До первинних засобів пожежегасіння відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати), пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

Вогнегасник – технічний засіб, призначений для припинення горіння



подаванням вогнегасної речовини, що міститься в його корпусі, під дією надлишкового тиску, за масою і конструктивним виконанням придатний для транспортування і застосування людиною.

Переносний вогнегасник – вогнегасник, за масою і конструктивним виконанням придатний для перенесення та застосування однією людиною.

Залежно від вогнегасних речовин, що використовуються, вогнегасники поділяються на:

– водяний вогнегасник (ВВ) – вогнегасник із зарядом водної вогнегасної речовини;

– водопінний вогнегасник(ВВП) – вогнегасник із зарядом водопінної вогнегасної речовини (рис. 7.1 а);

– аерозольний водопінний вогнегасник (ВВПА) – водопінний вогнегасник одноразового використання, з якого вогнегасна речовина подається в розпиленому вигляді;

– порошковий вогнегасник (ВП) – вогнегасник із зарядом вогнегасного порошку (рис.7.1 б);

– вуглекислотний вогнегасник (ВВК) – вогнегасник із зарядом діоксиду вуглецю (рис. 7.1 в).

Цифра після позначення типу вогнегасника означає масу вогнегасної речовини в кілограмах, що міститься у його корпусі. Цифра після позначення аерозольного водопінного вогнегасника означає масу вогнегасної речовини в грамах, що міститься в його корпусі.

На даний час більш досконалішими і такими, що відповідають тенденціям у розвитку засобів пожежегасіння є порошкові вогнегасники, які випускаються двох типів: з пусковим балоном і закачні. У вогнегасниках з пусковим балоном (ВП-2, ВП-5Б, ВП-5М, ВП-9, ВП-50) корпус, в якому знаходиться пусковий балон з газом чи повітрям під тиском, заповнюється вогнегасним порошком (у разі використання їх необхідно тримати у вертикальному положенні горловиною догори). У закачних вогнегасників (ВП-2(з), ВП-5(з)М, ВП-9(з), ВП-0(з)) відсутній пусковий балон, а тиск повітря чи газу підтримується

безпосередньо у корпусі вогнегасника.

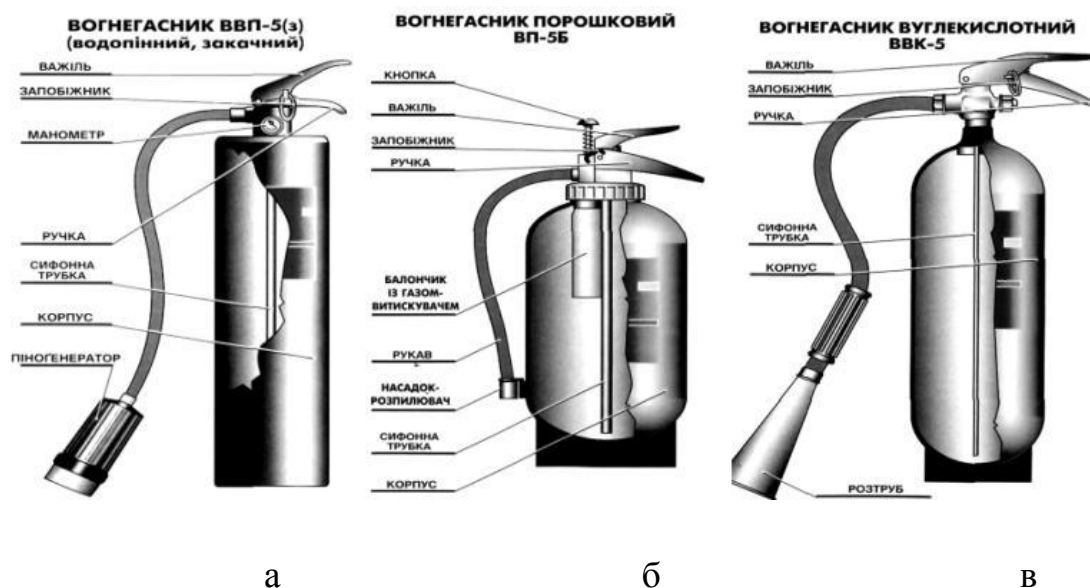


Рисунок 7.1 – Види переносних вогнегасників та їх будова

*Вуглекислотні вогнегасники* випускають трьох типів: ВВ-2, ВВ-5 та В-8. Їх застосовують у випадку пожеж класів А, В і Е для гасіння твердих та рідких речовин окрім тих, що можуть горіти без доступу повітря), а також електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В за умови обмеження наближення до струмопровідних частин на відстань не ближче 1 м. Вуглекислота у вогнегаснику знаходиться у рідкому стані під тиском 6 – 7 МПа. У випадку відкриванні вентилю балона вогнегасника, за рахунок швидкого адіабатичного розширення, вуглекислий газ миттєво перетворюється у снігоподібну масу, у вигляді якої він і викидається з дифузора вогнегасника. Час дії вогнегасників цього типу 25 – 40 с, довжина струменя 1,5 – 3 м.

*Вуглекислотно-брометилові* вогнегасники ВВБ-3 та ВВБ-7 за зовнішнім виглядом та побудовою мало відрізняються від вуглекислотних. Їх заряджають сумішшю, що складається із 97 % бромистого етилу та 3 % вуглекислого газу. Завдяки високій змочувальній здатності бромистого етилу продуктивність цих вогнегасників у 4 рази вища за продуктивність вуглекислотних. У зв'язку з високою токсичністю бромистого етилу вказані вогнегасники мають обмежене використання і застосовуються в основному у випадку пожеж класів В, С, Е. В

даному випадку використання спеціальних засобів захисту органів дихання особами, що беруть участь у гасінні пожежі, є обов'язковим.

### **Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників**

Вибір типу і розрахунок необхідної кількості вогнегасників проводиться відповідно до чинних нормативів (НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою).

Критеріями вибору типу і необхідної кількості вогнегасників для захисту об'єкта є:

- рівень пожежної небезпеки об'єкта (будинку, споруди, приміщення);
- клас пожежі горючих речовин та матеріалів, наявних у ньому;
- придатність вогнегасника для гасіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;
- вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу;
- категорія приміщення за вибухопожежною або пожежною небезпекою;
- наявність у приміщенні модульної установки автоматичного пожежогасіння;
- площа об'єкта.

Категорія будинків та приміщень виробничого і складського призначення за вибухопожежною або пожежною небезпекою визначається відповідно до вимог НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою та поділяються на категорії А, Б, В, Г та Д (табл. 7.1).

Класи пожеж та їх символи визначені в ДСТУ EN 2:2014 у повній відповідності до європейського першоджерела (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004) залежно від матеріалу, що горить, і не передбачає визначення конкретного класу пожежі, що супроводжується горінням електрообладнання під напругою. Зазначений стандарт передбачає поділ пожеж на такі класи:

- А - що супроводжуються горінням твердих матеріалів, зазвичай органічного походження, під час горіння яких, як правило, утворюються тліючі

вуглини;

- В - що супроводжуються горінням рідин або твердих речовин, які переходять у рідкий стан;
- С - що супроводжуються горінням газів;
- D - що супроводжуються горінням металів;
- F - що супроводжуються горінням речовин, які використовують для приготування їжі (рослинних і тваринних олій та жирів) і містяться в кухонних приладах.

Таблиця 7.1 - Категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

| Категорія приміщення               | Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) у приміщенні  |
|------------------------------------|---|
| <b>А</b><br>Вибухопожеженебезпечна | Горючі гази (ГГ), легкозаймісті рідини (ЛЗР) з температурою спалаху не більше 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газопароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа   |
| <b>Б</b><br>Вибухопожеженебезпечна | Горючий пил, волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху більше 28°C, горючі рідини (ГР) в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що перевищує 5 кПа   |
| <b>В</b><br>Пожежонебезпечна       | Горючі гази (ГГ), легкозаймісті, горючі і важкогорючі рідини, а також речовини та матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти; горючий пил і волокна, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (обертаються), не відносяться до категорій А, Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймістих та горючих речовин на окремих ділянках <sup>1</sup> площею не менше 10 м <sup>2</sup> кожна перевищує 180 МДж/м <sup>2</sup> <sup>2</sup> |
| <b>Г</b>                           | Негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; горючі гази (ГГ), рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо   |
| <b>Д</b>                           | Речовини і матеріали, що вказані вище для категорій приміщень А, Б, В (крім горючих газів) у такій кількості, що їх питома пожежна навантага для твердих і рідких горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10 м <sup>2</sup> кожна не перевищує 180 МДж/м <sup>2</sup> , а також, негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані, за умови, що приміщення, в яких знаходяться (обертаються) вищевказані речовини і матеріали, не відносяться до категорій А, Б і В  |

Примітка: 1. Площа окремих ділянок для твердих і рідких важкогорючих, ГР та ЛЗР, що утворюють пожежну навантагу, визначають за розмірами проекції їх площі розміщення

(складування), а також площі розливу під час розрахункових аварій на горизонтальну поверхню підлоги. 2. Приміщення відноситься до категорії В, якщо його площа менше або дорівнює  $10 \text{ м}^2$  і в ньому знаходяться (обертаються) горючі матеріали і речовини, що утворюють пожежну навантагу, за умови, що приміщення не відноситься до категорії А і Б.

Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників проводиться згідно з нормами належності, наведеними в таблицях 2-3. Тип вогнегасника потрібно вибирати, виходячи з особливостей конкретного об'єкта.

Якщо на об'єкті можливі осередки пожеж різних класів, то слід вибирати вогнегасники окремо для кожного класу пожежі або віддавати перевагу більш універсальному вогнегаснику щодо області застосування. При виборі таких вогнегасників їх кількість повинна дорівнювати більшому значенню, що отримане для кожного класу пожежі окремо.

Вибираючи вогнегасники необхідно врахувати відповідність його температурних меж використання кліматичним умовам експлуатації приміщень, будівель та споруд (табл. 7.2-7.6).

Громадські та адміністративно-побутові будинки на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше. Крім того, слід передбачати по одному вуглекислотному вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше:

- на  $20 \text{ м}^2$  площі підлоги в таких приміщеннях: офісні приміщення з ПЕОМ, комори, електрощитові, вентиляційні камери та інші технічні приміщення;

- на  $50 \text{ м}^2$  площі підлоги приміщень архівів, машзалів, бібліотек, музеїв.

Додатково вищевказані приміщення можуть оснащуватися аерозольними водопінними вогнегасниками з масою заряду вогнегасної речовини 400 г і більше.

Приміщення, обладнані модульними установками автоматичного пожежогасіння, якщо в них немає постійного перебування людей, можуть забезпечуватися вогнегасниками на 50 % від їх норм належності для цих приміщень.

Відстань між місцями розташування вогнегасників не повинна перевищувати: 15 м – для приміщень категорій А, Б, В (горючі гази та рідини); 20 м – для приміщень категорій В, Г, а також для громадських будівель та споруд.

Таблиця 7.2– Норми належності порошкових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

| Категорія приміщення                              | Гранична захищувана площа, м <sup>2</sup> | Клас пожежі  | Мінімальна кількість вогнегасників |    |    |    |    |
|---|---|--------------|------------------------------------|----|----|----|----|
|   |   |              | Заряд вогнегасної реч., кг         |    |    |    |    |
|   |   |              | 6                                  | 8  | 9  | 12 | 20 |
| А, Б, а також В з наявністю горючих газів і рідин | до 25 включно                             | А, В, С, (Е) | 2                                  | 1  | 1  | 1  | -  |
|   | більше 25 до 50 включно                   | А, В, С, (Е) | 3                                  | 2  | 2  | 2  | -  |
|   | більше 50 до 150 включно                  | А, В, С, (Е) | 4                                  | 3  | 3  | 2  | 1  |
|   | більше 150 до 250 включно                 | А, В, С, (Е) | 6                                  | 4  | 4  | 3  | 2  |
|   | більше 250 до 500 включно                 | А, В, С, (Е) | 8                                  | 6  | 6  | 4  | 3  |
|   | більше 500 до 1000 включно                | А, В, С, (Е) | 16                                 | 12 | 12 | 8  | 4  |
| В за відсутності горючих газів і рідин            | до 50 включно                             | А, (Е)       | 2                                  | 1  | 1  | 1  | -  |
|   | більше 50 до 100 включно                  | А, (Е)       | 3                                  | 2  | 2  | 2  | -  |
|   | більше 100 до 300 включно                 | А, (Е)       | 4                                  | 3  | 3  | 2  | 1  |
|   | більше 300 до 500 включно                 | А, (Е)       | 6                                  | 4  | 4  | 3  | 2  |
|   | більше 500 до 1000 включно                | А, (Е)       | 9                                  | 7  | 7  | 5  | 3  |
| Г   | до 50 включно                             | А, (Е)       | 2                                  | 1  | 1  | 1  | -  |
|   | більше 50 до 150 включно                  | А, (Е)       | 3                                  | 2  | 2  | 2  | -  |
|   | більше 150 до 500 включно                 | А, (Е)       | 4                                  | 3  | 3  | 2  | 1  |
|   | більше 500 до 1000 включно                | А, (Е)       | 6                                  | 4  | 4  | 3  | 2  |

Примітки: 1. Знаком "-" позначені порошкові вогнегасники, які не допускаються для оснащення зазначених приміщень. 2. За наявності в приміщенні можливості виникнення пожеж різних класів кількість вогнегасників вибирається за одним із класів, для якого ця кількість більша.

Таблиця 7.3– Норми належності водяних та водопінних вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

| Категорія приміщення                              | Гранична захищувана площа, м <sup>2</sup> | Клас пожежі | Мінімальна кількість вогнегасників |    |   |    |    |
|---|---|-------------|------------------------------------|----|---|----|----|
|   |   |             | Зарядом вогнегасної речовини, кг   |    |   |    |    |
|   |   |             | 6                                  | 8  | 9 | 12 | 20 |
| А, Б, а також В з наявністю горючих газів і рідин | до 25 включно                             | А           | 4                                  | 4  | 2 | 2  | -  |
|   |   | В           | 3                                  | 3  | 2 | 1  | -  |
|   | більше 25 до 50 включно                   | А           | 8                                  | 8  | 4 | 3  | 1  |
|   |   | В           | 5                                  | 5  | 3 | 2  | 1  |
|   | більше 50 до 150 включно                  | А           | 12                                 | 12 | 6 | 4  | 2  |
|   |   | В           | 8                                  | 8  | 5 | 3  | 2  |
|   | більше 150 до 250 включно                 | А           | -                                  | -  | 8 | 6  | 3  |
|   |   | В           | -                                  | -  | 7 | 4  | 3  |

| 1  | 2                          | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 |
|--|----------------------------|---|----|----|----|----|---|
| А, Б, а<br>також В з<br>наявністю<br>горючих<br>газів і<br>рідин | більше 250 до 500 включно  | А | -  | -  | 12 | 8  | 4 |
|  |                            | В | -  | -  | 10 | 6  | 4 |
|  | більше 500 до 1000 включно | А | -  | -  | -  | 16 | 6 |
|  |                            | В | -  | -  | -  | 12 | 6 |
| В за<br>відсут-<br>ності<br>горючих<br>газів і<br>рідин          | до 50 включно              | А | 4  | 4  | 2  | 2  | - |
|  | більше 50 до 100 включно   | А | 8  | 8  | 4  | 3  | 1 |
|  | більше 100 до 300 включно  | А | 12 | 12 | 6  | 4  | 2 |
|  | більше 300 до 500 включно  | А | -  | -  | 8  | 6  | 3 |
|  | більше 500 до 1000 включно | А | -  | -  | 14 | 10 | 4 |
| Г  | до 50 включно              | В | 3  | 3  | 2  | 1  | - |
|  | більше 50 до 100 включно   | В | 5  | 5  | 3  | 2  | 1 |
|  | більше 100 до 300 включно  | В | 8  | 8  | 5  | 3  | 2 |
|  | більше 300 до 500 включно  | В | 11 | 11 | 7  | 4  | 3 |
|  | більше 500 до 1000 включно | В | -  | -  | 12 | 7  | 4 |
| Г, Д   | до 50 включно              | А | 4  | 4  | 2  | 2  | - |
|  | більше 50 до 150 включно   | А | 8  | 8  | 4  | 3  | 1 |
|  | більше 150 до 500 включно  | А | 12 | 12 | 6  | 4  | 2 |
|  | більше 500 до 1000 включно | А | 16 | 16 | 8  | 6  | 3 |

Примітки: 1. Знаком "-" позначені водяні та водопінні вогнегасники, які не допускаються для оснащення зазначених приміщень. 2. За наявності в приміщенні можливості виникнення пожеж різних класів кількість вогнегасників вибирається за одним із класів, для якого ця кількість більша. 3. Для гасіння пожеж класу В слід застосовувати водяні вогнегасники із зарядом води з добавками, що забезпечують гасіння пожеж класу В.

Таблиця 7.4 – Норми належності вуглекислотних вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

| Категорія приміщення   | Гранична захищена площа, м <sup>2</sup> | Клас пожежі | Мінімальна кількість вогнегасників |    |   |    |    |
|--|---|-------------|------------------------------------|----|---|----|----|
|  |   |             | Заряд вогнегасної речовини, кг     |    |   |    |    |
|  |   |             | 3,5                                | 5  | 7 | 14 | 18 |
| А, Б, а<br>також В з<br>наявністю<br>горючих<br>газів і<br>рідин | до 25 включно                           | В, (Е)      | 4                                  | 4  | 1 | -  | -  |
|  | більше 25 до 50 включно                 | В, (Е)      | 8                                  | 8  | 2 | 1  | -  |
|  | більше 50 до 150 включно                | В, (Е)      | 13                                 | 13 | 3 | 2  | 1  |
|  | більше 150 до 250 включно               | В, (Е)      | -                                  | -  | 4 | 3  | 2  |
|  | більше 250 до 500 включно               | В, (Е)      | -                                  | -  | - | 4  | 3  |
|  | більше 500 до 1000 включно              | В, (Е)      | -                                  | -  | - | -  | 4  |
| Г  | до 50 включно                           | В, (Е)      | 4                                  | 4  | 1 | -  | -  |
|  | більше 50 до 100 включно                | В, (Е)      | 8                                  | 8  | 2 | 1  | -  |
|  | більше 100 до 300 включно               | В, (Е)      | 13                                 | 13 | 3 | 2  | 1  |
|  | більше 300 до 500 включно               | В, (Е)      | -                                  | -  | 4 | 3  | 2  |
|  | більше 500 до 1000 включно              | В, (Е)      | -                                  | -  | - | 4  | 3  |

Примітки: 1. Знаком "-" позначені вуглекислотні вогнегасники, які не допускаються для оснащення зазначених приміщень. 2. За наявності в приміщенні можливості виникнення пожеж різних класів кількість вогнегасників вибирається за одним із класів, для якого ця кількість більша

Таблиця 7.5– Придатність вогнегасників до гасіння пожеж різних класів та діапазони температур їх експлуатації

| Тип вогнегасника       | Придатність до гасіння пожеж класів |     |   |     | Діапазон температур експлуатації, не менше  |
|------------------------|-------------------------------------|-----|---|-----|---|
|                        | A                                   | B   | C | (E) |   |
| Порошковий             | +                                   | +   | + | +   | від -20°C до +50°C, або від -30°C до +50°C, або від -40°C до +50°C, або -50°C до +50°C  |
| Водопінний             | +                                   | +   | - | -*  | від +5°C до +50°C, або від 0°C до +50°C, або від -10°C до +50°C, або від -20°C до +50°C |
| Водопінний аерозольний | +                                   | +   | - | +   | від 0°C до +50°C  |
| Водяний                | +                                   | +** | - | -*  | від +5°C до +50°C, або від 0°C до +50°C, або від -10°C до +50°C, або від -20°C до +50°C |
| Вуглекислотний         | -                                   | +   | - | +   | від -20°C до +50°C  |

Примітка. Знак "+" означає придатність вогнегасника для гасіння пожежі цього класу; знак "-" означає непридатність для гасіння пожежі цього класу. \* Застосування небезпечно для життя людини. \*\* Для водяних вогнегасників із зарядом води з добавками, що забезпечують гасіння пожеж класу B

Таблиця 7.6 – Перелік об'єктів різного призначення, які повинні бути оснащені переносними вогнегасниками

| Тип вогнегасника       | Позначення    | Найменування об'єктів, які рекомендується оснащувати переносними вогнегасниками  |
|------------------------|---------------|--|
| Водяний                | ВВ-5, ВВ-6    | Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски   |
|                        | ВВ-9, ВВ-12   | Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні  |
| Водопінний             | ВВП-6         | Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски   |
|                        | ВВП-9, ВВП-12 | Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні  |
| Водопінний аерозольний | ВВПА-400      | Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, лабораторні приміщення, гаражі та автомайстерні, кіоски та торговельні ятки |



|                      |                                  |   |
|----------------------|----------------------------------|---|
| Вуглекис-<br>лотний* | ВВК-<br>1,4,<br>ВВК-2            | Громадські будинки та приміщення з наявністю ПЕОМ, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств   |
|                      | ВВК-<br>3,5,<br>ВВК-5            | Громадські будинки, споруди та приміщення з наявністю ПЕОМ, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств  |
| Порошковий**         | ВП-2,<br>ВП-3,<br>ВП-4           | Квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, приміщення для зберігання автотранспорту, що розташовані у підвальних та цокольних поверхах житлових будинків, пересувні ремонтні майстерні та лабораторії |
|                      | ВП-5,<br>ВП-6,<br>ВП-9,<br>ВП-12 | Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні                     |

\* Застереження щодо застосування вуглекислотних вогнегасників: при гасінні пожежі в приміщенні необхідно враховувати можливість зниження вмісту кисню в повітрі приміщення нижче граничнодопустимого значення. \*\* Порошкові вогнегасники слід застосовувати після евакуації людей з приміщення.

**2. Евакуація** - це одночасне переміщення значної кількості людей в одному напрямку під час виникнення пожежі у приміщенні, а також при аваріях. Від правильної організації евакуації і стану комунікацій приміщень залежить

Згідно НАПБ А.01.001-2004 Шляхи евакуації (проходи, коридори) повніші мати рівні вертикальні огорожувальні конструкції без будь-яких виступів, що звужують виходи по ширині; природне освітлення або штучне, що працює від звичайної електромережі або від аварійної. Мінімальна ширина проходу має становити не менше 1 м, а висота - 2 м. Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися, як правило, у напрямку виходу з будівлі. Евакуаційних виходів з приміщення або споруди має бути, як правило, не менше двох. Допускається наявність одного евакуаційного виходу з приміщень, якщо відстань від найбільш віддаленого робочого місця до цього виходу не перевищує 25 м, а кількість працюючих - не більше 5 осіб у приміщеннях з виробництвами категорій А, Б; 25 осіб - у приміщеннях з виробництвом категорії В; 50 осіб - у приміщеннях з виробництвами категорій Г та Д. Не допускається влаштовувати евакуаційні виходи через приміщення категорій А і

Б, а також через виробничі приміщення в будівлях підвищених ступенів вогнестійкості.

На видних місцях приміщень (у коридорах та проходах, біля виходів з приміщень на стіні) має знаходитись чіткий, зрозумілий плай евакуації.

Евакуаційні виходи повинні бути: з приміщень, розташованих у підвальных і цокольних поверхах, через сходову площадку за умови відсутності на шляху евакуації складів горючих матеріалів; з приміщень першого поверху - безпосередньо через коридор, вестибюль до сходової клітки; з приміщень будь-якого поверху, крім першого, - до коридору, що веде до сходової клітки.

Для забезпечення ефективної евакуації людей при пожежі необхідно своєчасно проводити інструктажі й мати інструкції щодо дій у разі евакуації, проводити тренування з евакуації людей з будинку і приміщень не рідше двох разів на рік.

За нормами, необхідний час евакуації з будинку складає: для категорій пожежонебезпечності виробництва А, Б, Е - 0,5-1,75 хв.; категорії В - 1,75-3 хв.; категорії Г і Д - не нормується.

План евакуації складається з двох частин: текстової (інструкції) та графічної. В інструкції подаються обов'язки осіб, які здійснюють евакуацію, порядок виконання обов'язків. В графічній частині показані маршрут руху та відповідні пояснення до них.

Для складання плану евакуації призначають спеціальну особу чи створюють комісію (для великих об'єктів). В склад комісії входять: голова пожежно-технічної комісії, заступник директора з адміністративно-господарської частини та начальник охорони об'єкта або начальник добровільної пожежної дружини.

Виходячи з конкретних маршрутів руху, комісія призначає відповідальних з безпечної евакуації людей, повідомлення про пожежу та зустріч пожежної команди, а також з евакуації майна та При встановленні порядку евакуації майна комісія уточнює місця збереження документації та пожежонебезпечних матеріалів, а також діючі та запасні в'їзди на територію

установи, які придатні для проїзду пожежних автомобілів.

План евакуації затверджує керівник і оголошує наказ по установі про вступ його в дію. План евакуації складається в двох примірниках: один з них вивішують в приміщенні, інший зберігають у справі.

Контроль за вивченням плану евакуації і навчанням персоналу покладається на керівника установи. Для обліку проведених занять та перевірки стану шляхів евакуації корисно завести спеціальний журнал. Практичне відпрацювання плану евакуації проводиться особою, яка призначається адміністрацією установи.

В плані евакуації вказані дії та обов'язки осіб обслуговуючого персоналу з гасіння пожежі первинними засобами. Особи, які призначені для цієї мети, мають добре знати правила користування засобами гасіння пожеж, знати місця, де вони знаходяться, і діяти рішуче та швидко. В приміщенні, яке горить і де є газова мережа, необхідно якнайшвидше виключити газ.

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ПЛАНУ ЕВАКУАЦІЇ передбачає маршрути руху евакуації людей (їх слід складати в масштабі 1:100 або 1:200). План будинку можна викреслювати в одну лінію. Напрямок руху евакуаційних потоків відмічають кольоровими стрілками. Для будинків складної конфігурації з різними комплексами приміщень викреслюються декілька планів евакуації, для багатоповерхових будинків - плани евакуації по поверхах з показом маршрутів руху. При різній планіровці поверхів, плани евакуації складаються окремо для кожного поверху. Для поверхів, які мають однакове планування, складають один план з відміткою поверхів, до яких він відноситься.

На планах позначають приміщення (палата, аудиторія, балкон першого ярусу, коридор та ін.) цифрами чи буквами. Нумерують також всі евакуаційні виходи та сходи. Це дозволяє простіше позначити схеми руху. На плані евакуації показують двері у відкритому вигляді. Важливо, щоб вони відкривалися по ходу руху. В протилежному випадку необхідно перевірити двері в сторону виходу назовні. Якщо окремі евакуаційні виходи в нормальних умовах закриті, на плані проїму показують закритою і відмічають місце

збереження ключів. Іноді ключі від зовнішніх дверей зберігають в ящиках, які прикріплені до зовнішньої стіни поряд з виходом.

На графічній частині плану поверху мають бути показані: сходові марші, ліфти і ліфтові холи, приміщення, балкони, зовнішні сходи, а також двері сходових маршів, ліфтових холів і двері, що розташовані на шляху евакуації. Креслення плану виконується в масштабі. Основний шлях евакуації на плані вказується суцільною червоною лінією, а запасний - пунктирною зеленого кольору. Ці лінії мають бути вдвічі товщими ліній плану поверху. Основний шлях евакуації на поверсі вказується у напрямі не задимлюваних сходових маршів, а також сходів, що ведуть з цього поверху на перший поверх будівлі у вестибюль або безпосередньо назовні. Якщо два сходових марші рівноцінні по захищеності від диму і вогню, то основний шлях вказується до найближчих сходів. На плані поверху за допомогою символів вказується місце розміщення: плану евакуації; ручних пожежних оповіщувачів; телефонів, з яких можна повідомити в пожежну охорону; вогнегасників; пожежних кран-комплектів; установок пожежогасіння; протипожежного інвентарю.

Таблиця 7.7 – Основні умовні позначення пожежної безпеки

| <i>Найменування</i>                | <i>Позначення</i>   | <i>Найменування</i>                                 | <i>Позначення</i>   |
|------------------------------------|---|---|---|
| Основний шлях евакуації            |  | Оповіщувач звуковий (сирена)                        |  |
| Запасний евакуаційний шлях         |  | Вогнегасники:<br>- переносний/пересувний            |  |
| Знак "Ви знаходитесь тут"          |  | - порошковий  |  |
| Вихід на сходову клітку на поверсі |  | - вуглекислотний                                    |  |
| Ліфт (шахта)                       |  | - пінний  |  |
| Телефон                            |  | Установка пожежогасіння:<br>- з автоматичним пуском |  |
| Сповіщувач пожежний ручний         |  |   |   |
| Установка пожежної сигналізації    |  | - з ручним пуском                                   |  |
| Внутрішній пожежний кран           |  | Пожежний гідрант                                    |  |

## Експериментальна частина

1. Визначити тип та необхідну кількість вогнегасників для приміщення. Необхідні вихідні дані наведені в таблиці 7.8. Дайте технічну характеристику цим вогнегасникам.

Таблиця 7.8 – Вихідні дані до розрахунку кількості та типу вогнегасників (обираються за останнім номером залікової книжки).

| Данні для розрахунку | Приміщення  | Площа приміщення, м <sup>2</sup> |
|----------------------|---|----------------------------------|
| 1                    | Приміщення для зберігання водобаків               | 50                               |
| 2                    | Котельня  | 100                              |
| 3                    | Механічна майстерня                               | 60                               |
| 4                    | Тістоприготовче відділення                        | 50                               |
| 5                    | Відділення обробки деревоматеріалів               | 30                               |
| 6                    | Гальванічний цех                                  | 100                              |
| 7                    | Зварювальна дільниця                              | 200                              |
| 8                    | Ливарне відділення                                | 400                              |
| 9                    | Складські приміщення зберігання електроприладів   | 100                              |
| 10                   | Складські приміщення зберігання металоконструкцій | 100                              |

2. Скласти графічну частину плану евакуації з урахуванням знаходження студентів в аудиторіях:

Таблиця 7.9 – Вихідні дані складання графічної частини плану евакуації.

| Данні для розрахунку | Приміщення                           |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1                    | Аудиторія 1-430                      |
| 2                    | Аудиторія 1-419                      |
| 3                    | Буфет на другому поверсі 1 корпусу   |
| 4                    | Аудиторія 1-333                      |
| 5                    | Аудиторія 2-307                      |
| 6                    | Буфет на першому поверсі 2 корпусу   |
| 7                    | Деканат МТФ                          |
| 8                    | Аудиторія 1-433                      |
| 9                    | Столова на другому поверсі 3 корпусу |
| 10                   | Аудиторія 1-426                      |

## **Висновок**

Проаналізувати стан пожежної безпеки заданого приміщення за показниками виду та кількості засобів пожежегасіння та оцінити графічну частину планів евакуації, що розташовані в Університеті, по поверхам, що розглядались.

## **Контрольні питання**

1. Які є способи пожежегасіння?
2. Що відноситься до первинних засобів пожежегасіння?
3. Назвіть основні види вогнегасників, що використовуються на даний часі?
4. Якими є критерії складання планів евакуації?

## Рекомендована література

1. Гогіташвілі Г. Г. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: Навч. посіб. – К.: Знання, 2007. – 367 с..
2. Дзінзюк Б.В., Іванов В.Г. та ін. Охорона праці. Збірник задач/ Навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2006. – 244 с..
3. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. – К.: «Основа». 2011. – 551 с..
4. Практикум з охорони праці: Навчальний посібник / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигерей, В.М. Сторожук та ін.; За ред. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с
5. Протоєрейський О. С, Запорожець О. І. Охорона праці в галузі: Навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 268 с..