



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Харківський державний університет  
харчування та торгівлі

# **ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Лабораторний практикум

Харків  
ХДУХТ  
2016

Основи охорони праці лабораторний практикум / [Електронний ресурс] / укладачі М. С. Одарченко, В. В. Піддубний. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2016. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

Укладачі: М.С., Одарченко к.т.н., професор, завідувач кафедри товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки;  
В.В., Піддубний асистент кафедри товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки

Рецензент: доцент кафедри товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки, к.т.н. П.В., Волошин.

Кафедра товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки

Схвалено науково-методичною комісією факультету товарознавства і торговельного підприємництва

Протокол від «08» червня 2016 року № 5

Схвалено вченою радою ХДУХТ

Протокол від «07» липня 2016 року № 12

Схвалено редакційно-видавничою радою ХДУХТ

Протокол від «06» липня 2016 року № 4

## ЗМІСТ

Вступ	3
Загальні рекомендації з проведення лабораторного практикуму	4
<u>Лабораторна робота № 1. Складання акту про нещасний випадок на виробництві за формою Н-1</u>	8
<u>Лабораторна робота № 2. Дослідження параметрів мікроклімату робочої зони та оцінка їх відповідності нормативним значенням</u>	26
<u>Лабораторна робота № 3. Контроль вмісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони</u>	35
<u>Лабораторна робота №4. Дослідження показника запиленості повітря виробничого приміщення та оцінка його відповідності нормативним значенням</u>	41
<u>Лабораторна робота № 5. Вивчення пристрою для відбору проб повітря, вимірювання витрати у виробничих приміщеннях і визначення його запиленості</u>	48
<u>Лабораторна робота № 6. Дослідження виробничого шуму</u>	53
<u>Лабораторна робота № 7. Дослідження вібрації</u>	62
<u>Лабораторна робота № 8. Дослідження освітленості виробничих приміщень</u>	68
<u>Лабораторна робота № 9. Дослідження поглинання теплових випромінювань нагрітими плитами</u>	78
<u>Лабораторна робота № 10. Дослідження захисних заземлюючих пристроїв</u>	86
<u>Лабораторна робота № 11. Вивчення конструкції і дії засобів гасіння пожежі</u>	96
<u>Лабораторна робота № 12. Знаки безпеки праці</u>	106
Список використаних літературних джерел	111

## ВСТУП

В останні роки наша держава приділяє велику увагу питанням забезпечення безпеки та здоров'я людини, охороні праці громадян у процесі їх трудової діяльності. Тільки за таких умов людина здатна працювати високопродуктивно, створювати необхідний матеріальний потенціал всієї держави, а значить добробут усіх її громадян.

Важливе значення у цих питаннях є придбання майбутніми фахівцями практичних навиків при оцінці шкідливих факторів, які мають місце на підприємствах. Цю мету мають здійснювати студенти на практичних та лабораторних роботах.

Під час проведення практичних та лабораторних занять з охорони праці студенти знайомляться, а також набувають навиків у роботі з сучасними методами вимірювання шкідливих факторів забруднення у виробничих приміщеннях, дослідження шуму та вібрації, вивчення пожежних установок, засобів гасіння пожеж, пожежної сигналізації, оповіщення та зв'язку. При цьому студенти аналізують і роблять висновки на основі даних замірів лабораторної роботи.

Лабораторний практикум є складовою частиною навчально-методичного комплексу (НМК) дисципліни «Основи охорони праці», що викладається на рівні підготовки бакалаврів усіх спеціальностей. Він включає дванадцять лабораторних робіт.

Лабораторні заняття мають дослідницький характер і є однією з форм активного навчання студентів.

Завданням практикуму при вивченні дисципліни «Основи охорони праці» є:

- закріплення та поглиблення знань, придбаних при вивченні теоретичного матеріалу;
- здійснення зв'язку теорії з практикою;
- набуття студентами практичних навичок контролю за станом умов праці;
- аналіз отриманих результатів та розробка інженерних заходів щодо їх поліпшення з використанням сучасної обчислювальної техніки;
- придбання досвіду наукової роботи з дослідження умов праці.

## **ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**

Метою лабораторного практикуму з дисципліни «Основи охорони праці» є:

- опанування теоретичного матеріалу лекційного курсу;
- здобуття навичок складання акту про нещасний випадок за формою Н-1;
- здобуття навичок визначення шкідливих речовин у виробничих приміщеннях;
- здобуття навичок для визначення рівня вібрації та шуму на робочих місцях та у виробничих приміщеннях;
- визначення оптимальних умов виробничої освітленості приміщень;
- засвоєння знань щодо електробезпеки;
- вивчення засобів пожежотушіння та засобів пожежної автоматики;
- вивчення знаків безпеки праці.

### Правила роботи студентів в лабораторії

1. До роботи в лабораторії допускаються студенти, які прослухали правила техніки безпеки і пожежної безпеки, при виконанні лабораторних робіт.

2. Студенти, що працюють в лабораторії, розділяються на підгрупи до 4-х чоловік в кожній.

3. Кожен студент зобов'язаний завчасно підготуватися до лабораторного заняття за лекційним матеріалом, по основній і додатковій літературі.

4. Після збірки схеми, включити її під напругу дозволяється тільки викладачу.

5. Кожна робота виконується зі спеціально призначеними для неї приладами. Використовувати інші прилади без дозволу викладача **КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**.

6. При роботі з реостатами та амперметрами студенти зобов'язані стежити за тим, щоб струм в них не перевищував допустимого значення, щоб уникнути їх перегріву.

7. У разі несправності будь-якого приладу або аварійного стану установки студент повинен негайно повідомити про це керівнику.

8. Перш ніж розпочати запис показань приладів, в підготовленій таблиці спостережень, необхідно провести всі дослідження, не проводячи записів, а потім, повторити його в повній відповідності з рекомендаціями до виконання даної роботи.

9. Закінчивши вимірювання, кожен студент зобов'язаний вимкнути установку і пред'явити викладачу бланк з результатами спостережень.

Якщо результати досліджень будуть визнані незадовільними або зовсім не будуть пред'явлені викладачу, то робота вважається невиконаною і призначається студенту повторно.

10. Після визнання викладачем результатів вимірювання достовірними, прилади повинні бути відключені, закриті, а інструкції здані викладачу.

11. До наступного лабораторного заняття студенти повинні представляти викладачу окремий звіт по виконаній роботі, без чого вони не допускаються до виконання чергової роботи.

12. У звіті необхідно накреслити схему установки, перерахувати всі прилади, апарати і машини, використані при проведенні лабораторної роботи з вказівкою принципу їх дії, навести причини і результати спостережень, розрахунків і відповідні графіки, а також скласти висновки за результатами виконаної роботи.

13. Схеми необхідно виконувати ретельно, з використанням креслярського приладдя.

14. При складанні електричних схем і користуванні буквеними і графічними символами слід застосовувати умовні позначення згідно з діючою НД.

15. Студентам, що працюють в лабораторії, забороняється доторкатися до оголених частин установки, що знаходяться під напругою, рухомих ланок машин, апаратів і іншого устаткування, що знаходяться в робочому стані, проводити перемикання в зібраних електричних ланцюгах під напругою, залишати своє робоче місце при включеній установці, користуватися провідниками з порушеною ізоляцією, писати на приладах, столах і спиратися ліктем на них, а також переміщати лабораторне майно.

#### Правила техніки безпеки:

При недотриманні правил техніки безпеки під час роботи в лабораторії необхідно пам'ятати, що можна постраждати від вражаючої дії електричного струму, одержати каліцтва від механічної дії рухомих частин машин і нагрітих елементів приладів.

У лабораторіях у якості основної робочої напруги використовується напруга змінного струму 380/220 В. Тому необхідно виконувати нижче перераховані правила техніки безпеки:

1. Студенти допускаються до практичного виконання лабораторних робіт тільки після того, як вони ознайомляться з принципом дії установки і покажуть уміння керування установкою.

2. Збірка схем і їх перевірка повинні проводитися при відключенні всіх вимикачів на розподільному щитку робочого стенду. При перевірці схем необхідно проконтролювати надійність всіх контактних з'єднань.

3. Перед включенням схеми всі регулюючі елементи (автотрансформатори, індукційні регулятори, потенціометри і ін.) повинні бути поставлені в нульове положення. Всі зайві предмети (прилади, книги, одяг і ін.) повинні бути прибрані з робочого місця.

4. Перше включення схем може проводитися тільки після її перевірки викладачем і бажано в його присутності. Подальші дії – відповідно до вказівок викладача.

5. Перед включенням схеми (установки) необхідно попередити всіх членів підгрупи вигуком: «Увага, включено!»!

6. Схема (установка) включається тільки під час проведення дослідження. Всі члени підгрупи мають пам'ятати, що всі елементи схеми знаходяться під напругою, а тому дотик до неізольованих частин схеми є небезпечним для життя.

7. Після закінчення дослідження (або перед його плановою перервою) всі регулюючі елементи схеми (установки) повинні бути поставлені в початкове положення і живлення схеми (установки) відключено.

8. При випадкових обривах в схемах в процесі досліду категорично забороняється відновлювати ланцюг під напругу. В цьому випадку потрібно негайно зняти напругу зі всієї схеми (установки), поставити регулюючі елементи в нульове положення і ліквідувати обрив.

9. Під час дослідів (вимірювань) слід особливо остерігатися випадкових обривів в ланцюгах, оскільки це може привести до електричного ураження працюючих (студентів).

10. У лабораторії використовуються лампи розжарювання, електричні печі, тому слід остерігатися дотику до розігрітих колб, ламп розжарювання або до розігрітих електроплит і не допускати їх значного накаливання.

11. Палити, застосовувати відкрите полум'я, розводити вогонь в лабораторії – категорично забороняється.

На випадок пожежі – повідомити викладача і телефонувати 101.

12. Про відповідальність за порушення техніки безпеки і про знання справжніх правил студент ставить свій підпис в журналі інструктажу з техніки безпеки і пожежної безпеки.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

### Тема: **Складання акту про нещасний випадок на виробництві за формою Н-1**

**Мета:** здобути навички правильного складання акта за формою Н-1 про нещасний випадок на робочому місці, вивчити порядок розслідування та порядок ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві.

Згідно статті 25 Закону України про охорону праці власник повинен проводити своєчасне розслідування, складання акту за формою Н-1 і вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій відповідно положенню «Про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на підприємствах, в установах та організаціях» (затвердженого Кабміном України від 17 липня 1998 року).

Тому для студентів, як майбутніх фахівців, велике значення має уміння правильно і своєчасно розслідувати нещасний випадок, який відбувся на підприємстві, складати акт (форма Н-1) і вести облік (додаток А).

При складанні акту велике значення має питання виробничого травматизму, навчання і проведення інструктажів з охорони праці, планування заходів, щодо усунення причин нещасного випадку, а також виявлення причин травматизму і осіб, які порушили законодавство з охорони праці.

#### **1. Загальні відомості щодо розслідування і обліку нещасного випадку, який відбувся на підприємстві торгівлі або харчування**

Дія Положення «Про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на підприємствах, в установах та організаціях» розповсюджується на організації всіх форм власності, які діють на території України, всіх громадян (зокрема іноземців і осіб без громадянства), які є власниками цих підприємств, фізичних осіб – суб'єктів підприємницької діяльності, які відповідно законодавства використовують найману працю, на осіб, які забезпечують себе роботою самостійно, за умови добровільної оплати ними внесків на державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві, а також на громадян, які виконують роботу за трудовим договором (контракту), проходять виробничу практику або притягуються до роботи на інших підприємствах.

Розслідуванню підлягають раптові погіршення стану здоров'я, поранення, травми, зокрема одержані внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострі професійні захворювання та інше (отруєння, теплові удари, опіки, обмороження, втоплення, ураження



електрострумом, блискавкою і іонізуючим випромінюванням, пошкодження, одержані в результаті аварій, пожеж, стихійних лих (землетруси, паводки, урагани і інші стихійні лиха), контакту з тваринами, комахами, представниками флори і фауни), які привели до втрати робочим працездатності на 1 робочий день і більше, або до необхідності перевести потерпілого на іншу (легшу) роботу терміном менше ніж на 1 робочий день, а також випадки смерті на підприємстві.

За наслідками розслідування складають акт за формою Н-1 (додаток А) про нещасні випадки, які відбулися з працівником під час виконання трудових (посадових) обов'язків, зокрема у відрядженнях, а також ті, які відбулися на підприємстві:

- перебування на робочому місці, на території підприємства або у іншому місці роботи впродовж робочого часу, починаючи з моменту приходу працівника на підприємство до його уходу (відповідно до правил внутрішнього розпорядку), або за дорученням працедавця в неробочий час, під час відпустки, у вихідні або святкові дні;

- приведення в порядок знарядь виробництва, засобів захисту, одягу, перед початком роботи і після її закінчення, дотримання особистої гігієни;

- проїзду на роботу або з роботи на транспортному засобі підприємства;

- виконання роботи на користь підприємства, на якому працює потерпілий, тобто виконання непрямих обов'язків працівника;

- ліквідації аварій, пожеж і наслідків стихійного лиха на підприємстві;

- надання підприємством шефської допомоги;

- проходження працівників до (між) об'єкту(ами) обслуговування по затверджених маршрутах або за дорученням працедавця;

- проходження до місця відрядження, і у зворотному напрямі, відповідно із завданням відрядження.

За висновками роботи комісії по розслідуванню нещасних випадків не пов'язаних з виробництвом, акт за формою Н-1 не складається у разі:

- проходження робітника на роботу або з роботи пішки, на суспільному, особистому або іншому транспорті, який не належить підприємству і не використовується на користь підприємства;

- виникнення нещасного випадку по місцю постійного мешкання робітника;

- під час використання робітником в особистих цілях транспорту підприємства без дозволу працедавця, а також устаткування, механізмів, інструментів, окрім випадків, які відбулися внаслідок несправності цього устаткування, механізмів, інструментів;

- отруєння алкоголем, наркотиками або іншими отруйними речовинами, а також унаслідок їх дії;

- здійснення робітниками злочинів або інших правопорушень, якщо ці дії підтвержені рішенням суду;

- природної смерті або самогубства, що підтверджено висновками судово-медичної експертизи і органів прокуратури.

***Сповіщення про нещасний випадок:***

Свідок, працівник, що виявили нещасний випадок, або сам потерпілий повинні терміново оповістити безпосередньому керівникові робіт або іншій керівній особі і надати необхідну допомогу.

***Керівник робіт (уповноважена особа підприємства) зобов'язаний:***

- терміново організувати надання медичної допомоги потерпілому;
- повідомити про нещасний випадок працедавця, голови профспілки;
- до прибуття комісії по розслідуванню зберегти обстановку на робочому місці і устаткування в такому стані, в якому вони були на момент події (якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників), а також вжити заходи до недопущення подібних випадків;

***Працедавець зобов'язаний:***

- повідомити про нещасний випадок у відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду формою, яка встановлюється цим Фондом;
- скласти комісію і організувати розслідування нещасного випадку.

***До складу комісії по розслідуванню нещасного випадку входять:***

- голова комісії – фахівець служби охорони праці;
- керівник структурного підрозділу або провідний фахівець;
- представник профспілкової організації і ін.

Потерпілий або його довірене обличчя має право брати участь в розслідуванні нещасного випадку.

***Комісія по розслідуванню впродовж 3 днів зобов'язана:***

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо;
- визначити відповідність умов праці вимогам нормативно-правових актів з охорони праці;
- з'ясувати обставини і причини, які привели до виникнення нещасного випадку;
- визначити осіб, які допустили порушення нормативно-правових актів з охорони праці, а також розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам;
- скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-5 в шести екземплярах і передати його на затвердження працедавцю.

До першого екземпляра акту розслідування нещасного випадку за формою Н-5 додаються: акт за формою Н-1, пояснення свідків, потерпілого, виписки з експлуатаційної документації, схеми, фотографії та інші документи, які характеризують стан робочого місця (устаткування, машин, апаратури і т.п.), у разі потреби, медичний висновок про наявність в організмі потерпілого алкоголю, отруйних або наркотичних речовин.

Нещасні випадки беруться на облік і реєструються працедавцем в спеціальному журналі.

Працедавець повинен затвердити акт за формою Н-1 впродовж 1 доби після закінчення розслідування.

***Затверджені акти впродовж 3 днів висилаються:***

- потерпілому або його довірений особі разом з актом розслідування нещасного випадку;
- керівнику структурного підрозділу, де відбувся нещасний випадок, для здійснення заходів щодо запобігання подібних випадків;
- відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду разом з копією акту розслідування нещасного випадку;
- відповідному територіальному органу Держнагляду за охороною праці;
- профспілковій організації;
- керівнику служби охорони праці підприємства (акт форми Н-1 разом з першим екземпляром акту розслідування і іншими матеріалами).

Копія акту висилається також органу, до сфери управління якого відноситься підприємство, у разі відсутності такого органу – відповідній місцевій держадміністрації або виконавчому органу місцевого самоврядування.

Акти розслідування нещасного випадку разом з матеріалами розслідування підлягають зберіганню впродовж 45 років на підприємстві.

По закінченню періоду тимчасової непрацездатності, працедавець, який бере на облік нещасний випадок, складає повідомлення про наслідки нещасного випадку і в десятиденний термін висилає його організаціям і посадовцям, яким вислався акт за формою Н-1. Повідомлення обов'язково додається до акту і підлягає зберіганню разом з матеріалами розслідування.

Контроль за своєчасністю і об'єктивністю розслідування нещасних випадків, їх документальним оформленням і обліком, виконанням заходів щодо усунення причин здійснюють органи державного управління, органи державного нагляду за охороною праці, Фонд відповідно до їх компетентності.

Суспільний контроль здійснюють трудові колективи через обраних ними уповноважених осіб з питань охорони праці і профспілки через обрані органи і своїх представників.

Працедавець і посадовці, які проводили розслідування нещасного випадку несуть відповідальність згідно до законодавства за своєчасне і об'єктивне їх розслідування і ухвалені рішення.

Обличчя, які допустили порушення або не виконують вимоги Положення, притягуються до відповідальності згідно до законодавства.

## **2. Пояснення щодо заповнення акту за формою Н-1**

Акт форми Н-1 складається з текстової і кодової частин, які заповнюються відповідно загальноприйнятим термінам, міжгалузевих, галузевих і спеціально розроблених класифікаторів. Коди відмічаються з

правого боку сторінки акту. Кодування актів за формою Н-1 є обов'язковим. Але на лабораторному занятті кодування актів не обов'язково і тому заповнюється тільки текстова частина.

Пункт 1. – записується число, місяць і рік, коли відбувся нещасний випадок.

Пункт 2 – записується назва організації, працівником якої є потерпілий. У разі, коли потерпілий є працівником іншої організації, то вказується ця організація.

Пункт 2.1. – записується повна адреса підприємства або організації, робочим якої є потерпілий.

Пункт 2.2. – записується форма власності підприємства (державна, кооперативна і т.д.)

Пункт 2.3. – записується міністерство, орган, до сфери управління якого відноситься підприємство, якщо підприємство приватне – пункт 2.3. не заповнюється.

Пункт 2.4. – записується адреса підприємства, на якому відбувся нещасний випадок.

Пункт 2.5. – записується назва цеху, ділянки на якому відбувся нещасний випадок.

Пункт 3.1. – записується стать потерпілого.

Пункт 3.2. – записується число, місяць і рік народження потерпілого.

Пункт 3.3. – професія (посада), розряд (клас) записуються відповідно до займаної професії. У випадку, якщо потерпілий має декілька професій, наголошується та, під час роботи над якою відбувся нещасний випадок.

Пункт 3.4. – записується загальний стаж роботи потерпілого.

Пункт 3.5. – записується стаж роботи по професії, під час виконання якої відбувся нещасний випадок.

Пункт 4.1. – заповнюється відповідно до «Типового положення про навчання з питань охорони праці». Записується число, місяць і рік, коли було проведене навчання по професії, під час виконання якої відбувся нещасний випадок (для всіх працівників навчання по професії повинне проводитися щорічно, для адміністративних і інженерно-технічних працівників – 1 раз в три роки).

Пункт 4.2., 4.3., 4.4., 4.5. і 4.6. – заповнюються відповідно до «Типового положення про навчання з питань охорони праці» (додаток Б). Записується число, місяць і рік, коли був проведений останній інструктаж.

Пункт 5.1. і 5.2. – заповнюється відповідно до «Положення про медичний огляд працівників певних категорій», затверджене наказом МОЗ (додаток 3). Записується число, місяць і рік, коли був проведений останній медогляд.

Пункт 6 – описуються всі роботи, які проводилися перед нещасним випадком, вказується, як протікав процес праці з початку зміни. Під час опису обставин нещасного випадку надається характеристика умов праці і дій потерпілого, вказується послідовність подій, які відбувалися перед

нешасним випадком, описується, як проходив процес роботи, а також наголошується хто керував роботою або організовував її, які вказівки були надані керівником. Необхідно послідовно вказати шкідливі і небезпечні виробничі чинники, які вплинули на потерпілого, указуються конкретно машини (інструмент, устаткування), експлуатація яких призвела до нещасного випадку, наявність небезпечних умов і небезпечні дії потерпілого або інших осіб, характер нещасного випадку. Перераховуються заходи, зроблені відповідно до плану ліквідації наслідків нещасного випадку.

Пункт 6.1. – заповнюється відповідно до класифікатора 1 (додаток 4).

Пункт 6.2. – заповнюється у разі професійного захворювання або отруєння відповідно до ГОСТ 12.0.003 «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація.»

Пункт 7. – при заповненні даного пункту наголошуються три причини нещасного випадку – технічна, організаційна і психофізіологічна, включаючи перевищення гранично допустимих норм впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників, невідповідність і недостатність засобів колективного, індивідуального і медичного захисту встановленим вимогам і т.п. (якщо ці причини вплинули на подію) Пункт заповнюється відповідно до класифікатора 2 (додаток 5). Основна причина нещасного випадку записується першою.

Пункт 8. – в даному пункті записується найменування, тип, марка, рік випуску і підприємство-виробник устаткування (машини, механізму або транспортного засобу), експлуатація якого призвела до нещасного випадку.

Пункт 9. – зазначається діагноз відповідно до листка непрацездатності або довідки лікувально-профілактичної установи.

Пункт 9.1. – зазначається чи перебував потерпілий у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння. Запис робиться відповідно до висновку, який складається лікарем, що проводив огляд потерпілого.

Пункт 10. – вказується прізвище, ім'я і по-батькові посадовця і працівників, зокрема потерпілого, які допустили порушення вимог законодавчих і інших нормативно-правових актів про охорону праці, дії або бездіяльність яких стали підставою або супутньою причиною нещасного випадку (відповідно до пункту 7). У випадку, якщо порушення допущене працівниками іншого підприємства або третьою особою, цей факт фіксується. Обов'язково указуються статті, параграфи і пункти порушених законодавчих і нормативно-правових актів з охорони праці. При заповненні студентами акту форми Н-1 рекомендовано керуватися статтями Закону України про охорону праці.

Пункт 11. – записуються свідки нещасного випадку, їх прізвище, ім'я, по батькові і постійне місце проживання.

Пункт 12. – зазначається план заходів щодо усунення причин нещасного випадку, який повинен включати:

- заходи щодо усунення безпосередніх причин нещасного випадку і запобігання подібних випадків;

- заходи щодо ліквідації наслідків нещасного випадку (у разі потреби);

- проведення позапланового інструктажу.

Наголошується кожен захід окремо з вказівкою його змісту, терміну його виконання і посадовців, які відповідають за своєчасне їх виконання. Не слід вносити в цей пункт заходи щодо накладення стягнень.

В кінці акту Н1 – необхідно написати дату складання, позначку про затвердження акту працедавцем відповідно до положення «Про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків на виробництві» (додаток Б).

Акт за формою Н-1

ЗАТВЕРДЖУЮ

\_\_\_\_\_ (підпис власника або уповноваженого ім особи)

\_\_\_\_\_ (посада, прізвище, ім'я, по батькові)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**АКТ № \_\_\_\_\_  
про нещасний випадок**

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Дата і час нещасного випадку

\_\_\_\_\_ (число, місяць, рік)

\_\_\_\_\_ (година, хвилина)

2. Підприємство (установа, організація), працівником якого є потерпілий:

\_\_\_\_\_ (найменування)

2.1. Адреса підприємства, працівником якого є потерпілий

\_\_\_\_\_ область

\_\_\_\_\_ район

\_\_\_\_\_ населений пункт

2.2. Форма власності

2.3. Міністерство, орган, до сфери управління якого належить підприємство

2.4. Назва і адреса підприємства, де відбувся нещасний випадок

2.5. Цех, ділянка

\_\_\_\_\_ місце нещасного випадку

3. Відомості про потерпілого:

3.1. Стать:

---

3.2. Число, місяць, рік народження

---

3.3. Професія (посада)

---

розряд (клас)

---

3.4. Стаж роботи загальний

---

3.5. Стаж роботи по професії (посади), під час якої відбувся нещасний випадок

---

4. Проведення навчання потерпілого і інструктажів по охороні праці:

4.1. Навчання по професії або виду роботи, під час виконання якої відбувся нещасний випадок

---

(число, місяць, рік)

Проведення інструктажів:

4.2. Вхідного

---

(число, місяць, рік)

4.3 Первинний

---

(число, місяць, рік)

4.4. Повторного

---

(число, місяць, рік)

4.5. Цільового

---

(число, місяць, рік)

4.6. Перевірка знань по професії або виду роботи, під час виконання якої відбувся нещасний випадок (для робіт підвищеної небезпеки)

---

(число, місяць, рік)

5. Проходження медоглядів:

5.1. Попередній

---

5.2. Періодичний

---



6. Обставини, при яких відбувся нещасний випадок

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6.1. Вид події

6.2. Шкідливий чинник і його значення

7. Причини нещасного випадку

---

---

---

---

---

8. Устаткування, машини, механізми, транспортні засоби, експлуатація яких привела до нещасного випадку

---

---

(найменування, тип, марка, рік випуску, підприємство-виробник)

9. Медичний висновок про діагноз пошкодження здоров'я потерпілого

---

---

9.1. Перебування потерпілого в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння

(так, ні)

10. Особи, що допустили порушення законодавства про охорону праці:

---

---

---

---

---

(прізвище, ім'я, по батькові, професія, посада порушені вимоги законодавства і інших ДНАОП, нормативних актів про охорону праці – статті, параграфи, пункти і т.д.)

11. Свідки нещасного випадку

---

---

(прізвище, ім'я, по батькові постійне місце проживання)



Виписка з «Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці», затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 4 квітня 1994 року № 30

Типове положення встановлює порядок і види навчання, інструктажів, порядок перевірки знань з питань охорони праці робочих, посадовців, фахівців, учнів, вихованців, студентів і розповсюджується на всі підприємства, установи організації, учбово-виховні установи незалежно від форм власності і видів їх діяльності.

Працівники проходять попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці не рідше за один раз на рік.

Працівники допускаються до самостійної роботи лише після вступного інструктажа, навчання, перевірки теоретичних знань, первинного інструктажа на робочому місці, стажування і придбання навиків безпечних методів праці.

Вступний інструктаж.

Вступний інструктаж проводиться з:

- всіма працівниками, які тільки що прийняті на роботу (постійну або тимчасову) незалежно від їх освіти, стажу роботи по професії або посаді;
- працівниками, які знаходяться у відрядженні на підприємстві і беруть участь у виробничому процесі, з водіями транспортних засобів, які вперше від'їжджають на територію підприємства;
- учнями, вихованцями і студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики;
- учнями, вихованцями і студентами учбово-виховних установ перед початком трудового і професійного навчання в лабораторіях, майстернях і т.п.

Первинний інструктаж.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці перед початком роботи з:

- новоприйнятим працівником (постійно або тимчасово) на підприємство;
- працівником, який переводиться з одного цеху в інший;
- працівником, який виконуватиме нову для нього роботу;
- відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві;
- студентом, учнем або вихованцем, який прибув на виробничу практику, перед виконанням їм нового вигляду робіт.

Повторний інструктаж.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці зі всіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою – 1 раз у квартал; на інших роботах – 1 раз за півріччя.

### Позаплановий інструктаж.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів по охороні праці, а також при внесенні змін і доповнень в них;
- при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації оснащення, початкової сировини і інших чинників, які впливають на охорону праці;
- при порушенні працівником або студентом нормативних актів про охорону праці, які можуть привести або привели до травми, аварії або отруєння;
- при перерві в роботі більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти видів робіт – більш ніж 60 днів.

### Цільовий інструктаж.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при:

- виконанні разових робіт, які не пов'язані з безпосередніми обов'язками за фахом (наприклад, разові роботи за межами підприємства);
- ліквідації аварій, стихійного лиха;
- проведенні робіт, на які оформляється наряд-допуск, дозвіл і інші документи;
- екскурсіях на підприємствах.

**Виписка з «Положення про медичний огляд працівників певних категорій», затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31 березня 1994 року № 45 зі змінами і доповненнями, внесеними наказом Міністерства охорони здоров'я України від 7 червня 1999 року N 139**

Обов'язкові медичні огляди проводяться відповідно до даного положення, яке встановлює порядок організації і проведення медичних оглядів працівників певних категорій; перелік професій, працівники яких підлягають медичному огляду, попередньому (при ухваленні на роботу) і періодичному (впродовж трудової діяльності).

Обов'язковим медичним оглядам підлягають:

- працівники, які приймаються на роботу або працюють у контакті з шкідливими речовинами і несприятливими виробничими чинниками;
- працівники, перелік яких додається до даного положення;
- працівники всіх професій віком до 21 року.

Медичні огляди попередні (при прийомі на роботу) і періодичні.

Попередній медичний огляд встановлює фізичну і психофізичну придатність осіб до роботи з конкретно певною професією.

Періодичний медичний огляд забезпечує динамічне спостереження за станом здоров'я працівників, виявленням ранніх ознак впливу виробничих умов на організм, а також захворювань, які не дають можливість продовжувати роботу по даній професії, запобігання нещасних випадків і т.п.

Періодичний медогляд проводиться 1 раз на рік, а для працівників підприємств харчування 1 раз на півроку.

**Класифікатор причин нещасних випадків та видів подій згідно з формами звітності, затвердженими наказом Федеральної служби з праці та зайнятості № 21 від 21.02.2005 р.**

№	Види (типи) подій, що привели до нещасного випадку Найменування виду (типу)	Код
<b>1</b>	Транспортні пригоди, в т.ч.:	01
1.1	на залізничному транспорті	01а
1.2	на водному транспорті	01б
1.3	на повітряному транспорті	01в
1.4	на наземному транспорті	01г
	що відбулися:	
1.5	В дорозі на роботу (з роботи) на транспортному засобі роботодавця (або сторонньої організації на підставі договору з роботодавцем)	011
1.6	Під час службових поїздок (в т.ч. під час перевезення у службове відрядження) на громадському транспорті	012
1.7	Під час службових поїздок на особистому транспортному засобі	013
1.8	Під час пішохідного пересування до місця роботи	014
<b>2</b>	Падіння потерпілого з висоти, в т.ч.:	02
2.1.	Падіння на рівній поверхні одного рівня, включаючи:	021
2.1.1	Падіння на слизькій поверхні, в тому числі покритої снігом або льодом	0211
2.1.2	Падіння на поверхні одного рівня в результаті прослизання, помилкового кроку або спотикання	0212
2.2	Падіння при різниці рівнів висот (з дерев, меблів, зі сходинок, приставних сходів, будівельних лісів, будівель, устаткування, транспортних засобів і т.д.) і на глибину (в шахти, ями, вибоїни та ін.)	022
<b>3</b>	Падіння, обрушення, обвали предметів, матеріалів, землі тощо, в т.ч.	03
3.1	Обвалення та осип земляних мас, скель, каменів, снігу та ін.	031
3.2	Обвали будівель, стін, будівельних лісів, сходів, складованих товарів і ін.	032
3.3	Удари падаючими предметами і деталями (включаючи їх осколки і частки) при роботі (обігу) з ними	033
3.4	Удари випадковими падаючими предметами	034
<b>4</b>	Вплив рухомих, обертальних предметів, деталей, машин і т.д.	04

4.1	Контактні удари (удари) при зіткненні з рухомими предметами, деталями і машинами (за винятком випадків падіння предметів і деталей), в т. ч. в результаті вибуху	041
4.2	Контактні удари (удари) при зіткненні з нерухомими предметами, деталями і машинами, в тому числі в результаті вибуху	042
4.3	Защемлення між нерухомими і рухомими предметами, деталями і машинами (або між ними)	043
4.4	Защемлення між рухомими предметами, деталями і машинами (за винятком падаючих предметів, деталей і машин)	044
4.5	Інші контакти (зіткнення) з предметами, деталями і машинами (за винятком ударів від падаючих предметів)	045
<b>5</b>	Попадання чужорідного тіла	05
5.1	Через природні отвори в організмі	051
5.2	Через шкіру (край або уламок іншого предмета, заноза і т.п.)	052
5.3	Вдихання та заковтування їжі або стороннього предмета, що приводить до закупорки дихальних шляхів	053
<b>6</b>	Фізичні перевантаження і перенапруги	06
6.1	Надмірні фізичні зусилля при підйомі предметів і деталей	061
6.2	Надмірні фізичні зусилля при штовханні або демонтажу предметів і деталей	062
6.3	Надмірні фізичні зусилля при перенесенні або киданні предметів	063
<b>7</b>	Дія електричного струму, в т.ч.	07
7.1	Природної електрики (блискавки)	071
<b>8</b>	Вплив випромінювань (іонізуючих та неіонізуючих)	08
<b>9</b>	Вплив екстремальних температур та інших природних факторів	09
9.1	Вплив підвищеної температури повітря навколишнього або робочого середовища	091
9.2	Вплив низької температури повітря навколишнього або робочого середовища	092
9.3	Зіткнення з гарячими і розпеченими частинами обладнання, предметами або матеріалами, включаючи вплив пари і гарячої води	093
9.4	Зіткнення з надмірно холодними частинами обладнання, предметами і матеріалами	094
9.5	Вплив високого чи низького атмосферного тиску	095

<b>10</b>	Вплив диму та вогню	10
10.1	Вплив неконтрольованого вогню (пожежі) в будівлі або споруді	101
10.2	Вплив неконтрольованого вогню (пожежі) поза будівлі або споруди, в тому числі полум'я від вогнища	102
10.3	Вплив контрольованого вогню в будівлі або споруді (вогню в печі, каміні і т.д.)	103
10.4	Пошкодження при загорянні легкозаймистих речовин та одягу	104
<b>11</b>	Вплив шкідливих речовин	110
11.1	Вплив шкідливих речовин шляхом вдихання, попадання всередину або абсорбції в результаті неправильного їх застосування або поводження з ними	111
11.2	Вплив шкідливих речовин (у тому числі алкоголю, наркотичних, токсичних чи інших психотропних засобів) в результаті передозування або зловживання при їх використанні	112
<b>12</b>	Пошкодження в результаті нервово-психологічних навантажень і тимчасових позбавлень (тривала відсутність їжі, води і т.д.)	12
<b>13</b>	Пошкодження в результаті контакту з рослинами, тваринами, комахами і плазунами	13
13.1	Укуси, удари і інші пошкодження, завдані тваринами і плазунами	131
13.2	Укуси і ужалювання отруйних тварин, комах і плазунів	132
13.3	Пошкодження в результаті контакту з колючками і шипами колючих і отруйних рослин	133
<b>14</b>	Утоплення та занурення у воду, в т.ч.	14
14.1	Під час перебування в природному або штучному водоймищі	141
14.2	В результаті падіння в природну або штучну водойму	142
<b>15</b>	Пошкодження в результаті протиправних дій інших осіб	15
<b>16</b>	Пошкодження в результаті навмисних дій по заподіяння шкоди власному здоров'ю (самоушкодження та самогубства)	16
<b>17</b>	Пошкодження при надзвичайних ситуаціях природного, техногенного, криміногенного і іншого характеру, в т.ч.	17
17.1	В результаті землетрусів, вивержень вулканів, снігових обвалів, зсувів і переміщень ґрунту, шторму, повені та ін.	171



17.2	В результаті аварій, вибухів і катастроф техногенного характеру	172
17.3	У результаті вибухів і руйнувань криміногенного характеру	173
17.4	При ліквідації наслідків стихійних лих, катастроф та інших надзвичайних ситуацій природного, техногенного, криміногенного та іншого характеру	174
<b>18</b>	<b>Вплив інших неklasифікованих травмуючих факторів</b>	<b>18</b>

### **Причини нещасних випадків**

№	Найменування причини	Код
1	Конструктивні недоліки і недостатня надійність машин, механізмів, устаткування	1
2	Недосконалість технологічного процесу	2
3	Експлуатація несправних машин, механізмів, устаткування	3
4	Незадовільний технічний стан будівель, споруд, території	4
5	Порушення технологічного процесу	5
6	Порушення вимог безпеки при експлуатації транспортних засобів	6
7	Порушення правил дорожнього руху	7
8	Незадовільна організація виконання робіт	8
9	Незадовільне утримання і недоліки в організації робочих місць	9
10	Недоліки в організації та проведенні підготовки працівників з охорони праці, в т.ч.	10
10.1	Непроведення інструктажу з охорони праці	10.1
10.2	Непроведення навчання та перевірки знань з охорони праці	10.2
11	Незастосування працівником засобів індивідуального захисту, в т.ч.	11
11.1	Внаслідок незабезпеченості ними роботодавцем	11.1
12	Незастосування засобів колективного захисту	12
13	Порушення працівником трудового розпорядку і дисципліни праці, в т.ч.	13
13.1	Перебування потерпілого в стані алкогольного, наркотичного та іншого токсичного сп'яніння	13.1
14	Використання потерпілого не за фахом	14
15	Інші причини, кваліфіковані за матеріалами розслідування нещасних випадків	15

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: Дослідження параметрів мікроклімату робочої зони та оцінка їх відповідності нормативним значенням

**Мета** : дослідити метеорологічні умови в робочому приміщенні. Зіставити дані дослідження вимогам санітарних норм СН-245-71. Зробити висновки і надати пропозиції для нормалізації умов праці в робочому приміщенні.

Метеорологічними умовами називається сукупність параметрів повітряного середовища виробничого приміщення – температури, відносної вологості і швидкості руху повітря.

Виробничі приміщення мають широкий діапазон метеорологічних параметрів, які по-різному впливають на людину.

Організм людини володіє захисною властивістю, яка дозволяє йому пристосовуватися до оточуючих його метеорологічних умов. Ця властивість називається «терморегуляцією».

Вологість повітря і температура навколишнього середовища спричиняють пряму дію на теплообмін між тілом людини і середовищем. Нормальний теплообмін сприяє хорошему самопочуттю працівників, в результаті чого підвищується продуктивність праці.

Вологість повітря характеризує наступні величини:

1. Абсолютна вологість ( $D_{абс}$ ) – вагова кількість водяної пари, що міститься в одиниці об'єму повітря при даній температурі.

2. Максимальна вологість ( $D_{max}$ ) – вага водяної пари при максимальному насиченні ними одиниці об'єму повітря при даній температурі.

3. Відносна вологість ( $\varphi$ ) – відношення абсолютної вологості до максимальної при даній температурі:

$$\varphi = \frac{D_{абс}}{D_{max}} \cdot 100\% .$$

У практиці користуватися відносною вологістю зручніше. Нормальний мікроклімат, окрім температури і відносної вологості повітря, характеризуються також швидкістю його руху.

У санітарних нормах «Проектування промислових підприємств» СН-245-71 наводяться температури, відносна вологість і швидкість руху повітря залежно від характеристики виробничих приміщень, категорії робіт і пори року (додаток А).

Для створення нормальних умов праці у виробничих приміщеннях необхідно вміти правильно визначати параметри повітряного середовища, що дозволить намітити і здійснити технічні заходи, що забезпечують нормальні умови мікроклімату в приміщенні.

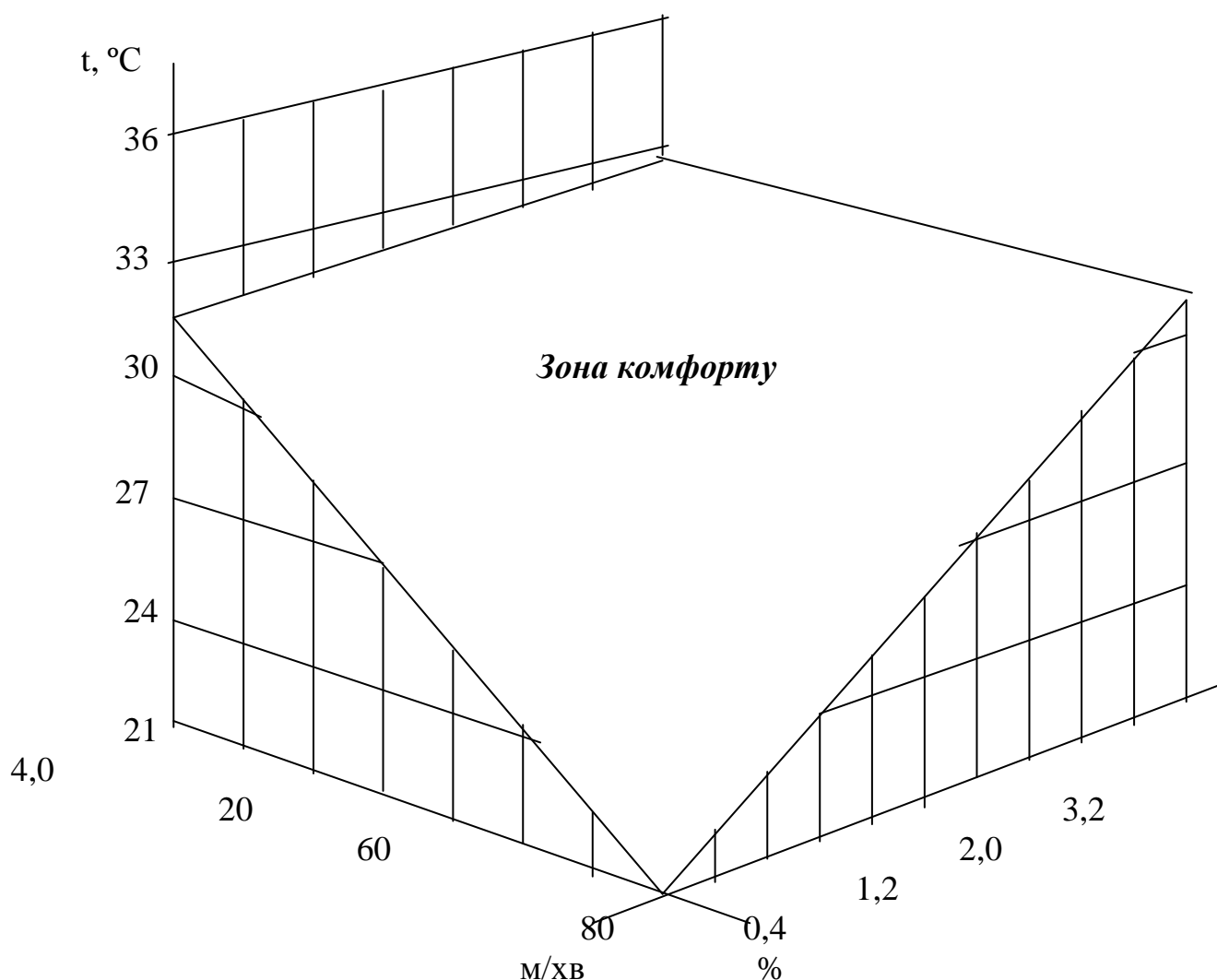
Температура, вологість і швидкість руху повітря сприймаються людиною в сукупності.

Для оцінки метеорологічних умов розроблена номограма для визначення температури залежно від швидкості руху повітря у виробничих приміщеннях, з урахуванням відносної вологості. По номограмі можна визначити ефективну і ефективно-еквівалентну температуру, що показують реакцію організму людини на метеорологічні умови.

Ефективна температура – температура, яка відчувається організмом при нерухомому повітрі в приміщенні і даній вологості.

Ефективно-еквівалентна температура – це ефективна температура, але при русі повітря в приміщенні.

Нижче приводиться номограма ефективних і ефективно-еквівалентних температур, складених для людини. (рис 1).



**Рис 1. Діаграма визначення зони комфорту**

По номограмі можна визначити характеристику стану мікроклімату з урахуванням періоду року орієнтованого на середню лінію комфорту.

**ПРИКЛАД.** По психрометру визначено, що  $t_c = 22^\circ\text{C}$ ,  $t_m = 15^\circ\text{C}$ . Швидкість руху повітря, заміряна за допомогою анемометра  $U=0,5$  м/с. Період року – зимовий. Знайти еквівалентно-ефективну температуру  $t_{\text{э}}$ .

**РІШЕННЯ.** На шкалі термометра знаходимо значення  $t_c$   $t_m$ . Сполучаємо ці крапки прямою лінією. На перетині прямої лінії з кривою лінією швидкості руху повітря, відповідної  $U=0,5$  м/с, одержуємо крапку А. По положенню крапки А встановлюємо, що  $t_{\text{э}}=18^\circ\text{C}$ . З тих же умов, але при  $U=0$  м/с, ефективна температура  $t_3=15^\circ\text{C}$ .

### **Експериментальна частина**

Необхідні прилади: психрометр аспіраційний МВ-4, психрометр побутовий, анемометр ручний чашковий МС-13, секундомір.

Характеристика вживаних приладів.

Температуру повітря вимірюють термометрами з ціною ділення  $0,2-0,5^\circ\text{C}$ . Вимірювання слід проводити на висоті 1,5 м від підлоги і не ближче 1 м від нагрівальних приладів.

Свідчення термометрів знімають не раніше, чим через 5 хв після установки.

Для визначення відносної вологості повітря використовують психрометри. Психрометр складається з двох термометрів – сухого і вологого (мокрого).

По різниці свідчень сухого і вологого термометрів по психометричній таблиці визначають відносну вологість повітря (табл. 1).

Свідчення психрометрів записують не раніше, чим через 10 хвилин після їх установки.

Для точніших і швидших вимірів вологості використовують аспіраційний психрометр МВ-4.

Швидкість руху повітря заміряється анемометром. Для виміру швидкостей повітря від 1,0 до 20,0 м/с застосовують чашковий анемометр.

Чашковий анемометр вносять в повітряний потік так, щоб вісь крильчатки була перпендикулярна напрямку потоку.

Перед вимірами записують початковий відлік по циферблатах анемометра потім з вимкненим рахунковим механізмом вносять в потік і через 5–10 с (коли крильчатка анемометра починає обертатися з постійною швидкістю) рахунковий механізм приладу вмикають одночасно з секундоміром. Через 1–2 хв. рахунковий механізм і секундомір вмикають і проводять кінцевий відлік по циферблатах.

Різницю кінцевого і початкового відліку по анемометру ділять на число секунд виміру і результат по тарировочному графіку анемометра переводять швидкість повітря в м/с. Швидкість заміряють 2 рази. Різниця між двома вимірами не повинна перевищувати 5%. Інакше необхідно зробити третій перевірочний вимір (тарировочный графік в додатку Б).

## Психрометрична таблиця

Показання вологого термометру, °С	Різниця показань сухого та вологого термометрів																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7	3	
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19	16	11	7	
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	35	31	26	23	18	14	10	
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	26	21	17	13	10
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20	16	14
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17
6	100	92	85	78	72	66	61	56	50	45	41	35	33	29	26	22	19
7	100	92	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22
8	100	92	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34	31	28
11	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	36	33	30
12	100	94	88	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32
13	100	94	88	83	78	73	69	64	61	57	53	50	46	43	40	37	34
14	100	94	89	83	79	74	70	65	62	58	54	51	47	45	41	39	36
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37
16	100	95	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	44	42	39
17	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40
18	100	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53	50	47	45	42
19	100	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43
20	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49	47	44
21	100	95	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	51	49	46
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47
23	100	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	52	49
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	54	52	50
26	100	96	92	88	85	81	78	74	71	68	65	63	60	58	55	53	51
27	100	96	92	88	85	81	78	75	72	69	66	64	61	59	56	54	51
28	100	96	92	89	85	82	79	75	72	69	67	65	62	60	57	54	52
29	100	96	92	89	85	82	79	75	73	71	67	65	62	60	57	55	53
30	100	96	93	89	85	82	79	77	73	71	68	66	63	61	58	56	55
31	100	96	93	89	85	83	80	77	74	72	69	67	64	61	59	57	55
32	100	96	93	89	86	83	80	77	75	72	70	67	65	62	60	58	56
33	100	96	93	89	86	83	81	78	75	72	70	68	66	63	61	59	57
34	100	96	93	89	87	83	81	78	76	73	71	69	66	64	62	59	57
35	100	96	93	89	87	83	82	79	76	74	71	69	67	65	62	60	58
36	100	96	93	89	87	84	82	79	77	74	72	70	67	65	63	60	59
37	100	96	93	90	88	85	82	79	77	75	72	70	68	65	63	61	59
38	100	96	94	91	88	85	82	80	77	75	73	70	68	66	64	61	59
39	100	97	94	91	88	85	82	80	77	75	73	71	68	66	64	62	59
40	100	97	94	91	88	85	82	80	78	76	73	71	68	66	64	62	60
41	100	97	94	91	88	85	83	80	78	76	73	71	69	66	65	63	61
42	100	97	94	91	88	85	83	80	78	76	73	71	69	67	65	63	61
43	100	97	94	91	88	86	83	81	78	76	73	72	69	67	65	64	62
44	100	97	94	91	89	86	83	81	78	76	74	72	70	68	66	64	63
45	100	97	94	91	89	86	83	81	78	77	75	72	70	68	66	65	63

## Порядок виконання роботи

1. Визначити відносну вологість повітря в приміщенні за допомогою психрометра.
2. Визначити  $t_3$ ,  $t_{33}$  на робочому місці. Для цього:
  - а) записати свідчення вологого і сухого термометрів при нерухомому повітрі;
  - б) створюючи різні швидкості руху повітря записати свідчення сухого і вологого термометрів при кожному значенні повітряного потоку.
3. Повітряний потік створюється двошвидкісним вентилятором, обороти якого міняються перемиканням швидкостей. Швидкість повітряного потоку визначається за свідченнями анемометра. При кожній сталій швидкості повітряного потоку обдув психрометра проводиться не менше 5 хв до зняття свідчень психрометра.
  - в) визначити по номограмі ефективну температуру, якій відповідає точка перетину прямої, що сполучає свідчення сухого і вологого термометрів з нижньою кривою (швидкість руху повітря рівна 0).
4. Визначити по номограмі ефективно-еквівалентну температуру (з урахуванням швидкості руху повітря).
5. Побудувати графік залежності  $t_{33}$  від швидкості руху повітря в приміщенні.

## Зміст звіту

1. Результати вимірювань температури, відносної вологості повітря в робочому приміщенні,  $t_3$  і  $t_{33}$  при різних швидкостях руху повітряного середовища (таблиця 2 а, б).
2. Графік залежності  $t_{33}$  від швидкості руху повітря в приміщенні.
3. Характеристика виробничого приміщення і категорії робіт, які відповідають набутого значення  $t$  і  $\phi$  згідно СН-45-71.

Таблиця 2

### Характеристика метеорологічних умов в робочому приміщенні а) для психрометра

Робоче місце	Температура термометра, °С		φ, %	Час виміру, хв.
	вологий	сухий		

### б) для анемометру

Робоче місце	Час виміру, с	Показання приладу				Швидкість повітря, м/с
		Поч.	Кінц.	Різниця	Ділень за с	

## Контрольні питання

1. Яка мета роботи?
2. Які прилади застосовуються при вимірюванні відносної вологості та швидкості руху повітря?
3. Що ми називаємо оптимальним мікрокліматом?
4. З яких складових складається тепловий баланс людини?

**Додаток А**

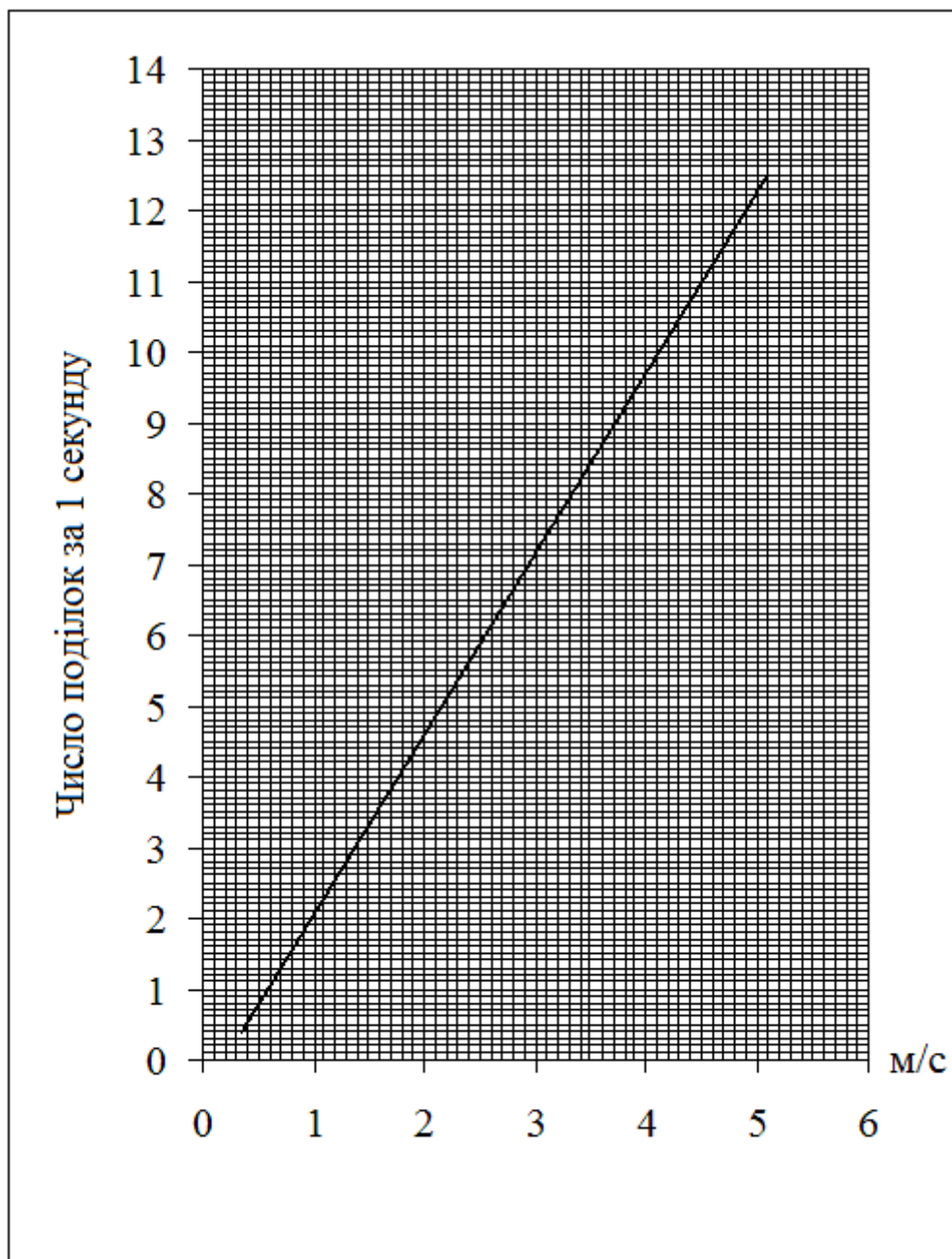
**Норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень**

Характеристика виробничих приміщень	Категорія роботи	Холодний і перехідний період року (температура зовнішнього повітря нижча за +10° С)							Допустима температура повітря поза постійними робочими місцями, °С
		На постійних робочих місцях							
		Оптимальні			Допустимі				
		Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Приміщення, що характеризуються незначними надлишками явного тепла (20 ккал/м <sup>3</sup> за годину і менш)	Легка	20 – 22	60 – 30	Не більше 0,2	17 – 22	Не більше 75	Не більше 0,3	15 – 22	
	Середньої тяжкості	17 – 19	60 – 30	Не більше 0,3	15 – 20	Не більше 75	Не більше 0,5	13 – 20	
	Важка	16 – 18	60 – 30	Не більше 0,3	13 – 18	Не більше 75	Не більше 0,5	12 – 18	
Приміщення, що характеризуються значними надлишками явного тепла (більше 20 ккал/м <sup>3</sup> за годину)	Легка	20 – 22	60 – 30	Не більше 0,2	17 – 24	Не більше 75	Не більше 0,5	15 – 26	
	Середньої тяжкості	17 – 19	60 – 30	Не більше 0,3	16 – 22	Не більше 75	Не більше 0,5	15 – 20	
	Важка	16 – 18	60 – 30	Не більше 0,3	13 – 17	Не більше 75	Не більше 0,5	12 – 19	

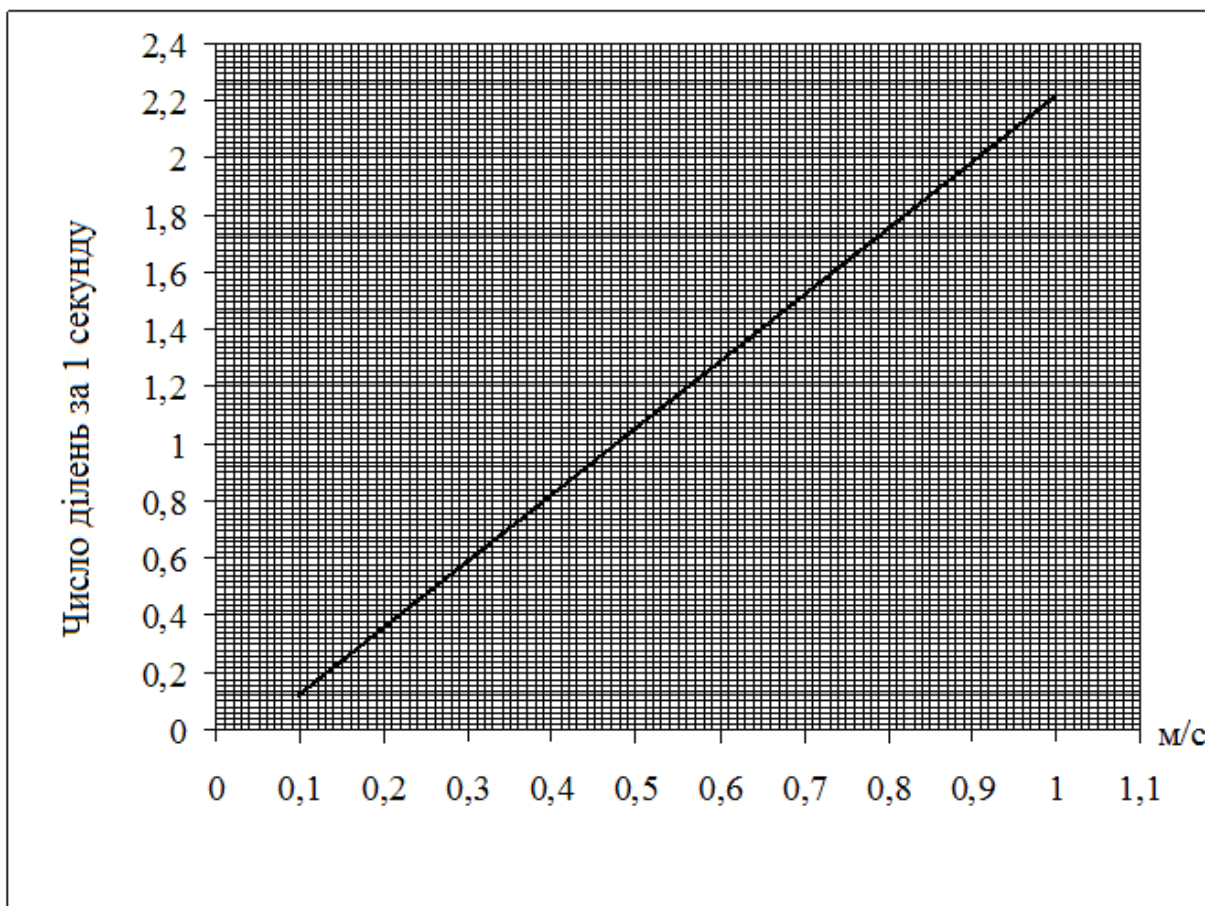
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приміщення, що характеризуються незначними надлишками тепла (20 ккал/м <sup>3</sup> за годину і менш)	Легка	22 – 25	60 – 30	0,2 – 0,5	Не більше 3° С вище середньої температури зовнішнього повітря у 13 годин самого жаркого місяця, але не більше 28° С	При 28° С – не більше 55%; при 27° С – не більше 60%; при 26° С – не більше 65%; при 25° С – не більше 70%; при 24° С – не більше 75%.	0,3 – 0,5	Не більше ніж на 3% вище середньої температури зовнішнього повітря у 13 годин самого жаркого місяця
	Середньої тяжкості	20 – 23	60 – 30	0,2 – 0,5	Те ж	Те ж	0,3 – 0,7	Те ж
	Важка	18 – 21	60 – 30	0,3 – 0,7	Те ж, але не більше 26° С	При 26° С – не більше 65%; при 25° С – не більше 70%; при 24° С – не більше 75%	0,5 – 1,0	Те ж
Приміщення, що характеризуються значними надлишками тепла (більше 20 ккал/м <sup>3</sup> за годину)	Легка	22 – 25	60 – 30	0,2 – 0,5	Не більше 5° С вище середньої температури зовнішнього повітря у 13 годин самого жаркого місяця, але не більше 28° С	При 26° С – не більше 65%; при 25° С – не більше 70%; при 24° С – не більше 75%.	0,5 – 1,0	Те ж
	Середньої тяжкості	20 – 23	60 – 30	0,2 – 0,5	Те ж	Те ж	0,5 – 1,0	Те ж
	Важка	18 – 21	60 – 30	0,3 – 0,7	Те ж, але не більше 26° С	Те ж	0,5 – 1,0	Те ж



Тарировочні графіки для чашкового та крильчатого анемометрів



Тарировочний графік для чашкового анемометру



**Тарировочний графік для крильчатого анемометру**

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3**

**Тема: Контроль вмісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони**

**Мета:** здобути навички у правильному користуванні газоаналізатором, призначеним для вимірювання концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Газоаналізатор універсальний УГ-2 – призначений для вимірювання концентрацій шкідливих газів (пари) в повітрі робочої зони виробничих приміщень. Основні параметри роботи газоаналізатора універсального УГ-2 –приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Основні параметри роботи УГ-2**

Газ (пара), що визначається	Об'єм повітря, см <sup>3</sup>	Межі вимірювання, мг	Тривалість ходу штока до замикання, с	Загальний час просмоктування повітря, с
Аміак	200	2,5-30	30-60	120
	100	20-100	4-10	40
Ацетилен	300	50-1400	26-300	420
	100	1000-3000	20-60	180
Ацетон	300	100-2000	180-240	420
Бензин	300	50-1000	200-230	420
Бензол	400x3	2-25	180-240	360x3
Ксилол	300	25-500	100-132	240
Оксиди азоту	300	2,5-50	220-300	420
Окисел вуглеводу	200	5-120	180-240	420
Сірчистий ангідрид	300	5-30	110-160	300
	100	20-120	15-45	60
Сірководень	300	5-30	140-200	300
	100	20-200	10-30	60
Толуол	300	25-500	200-230	420
Вуглеводні нафти	300	100-1500	200-230	420
Хлор	300	0,5-15	150-240	300
Етиловий спирт	400	100-3000	405-435	600

Основна відносна похибка вимірювання газоаналізатора універсального УГ-2 – при визначенні концентрації шкідливих речовин в повітрі до 1 ГДК не перевищує  $\pm 60\%$ , у діапазоні від 1 до 2 ГДК –  $\pm 35\%$  і понад 2 ГДК –  $\pm 25\%$ .

Забарвлення індикаторних порошків після дії газу (пари) наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Забарвлення індикаторних порошків приладу УГ-2**

Газ (пара), що визначається	Колір індикатору	Газ (пара), що уловлюється фільтруючим патроном	Газ (пара), що заважає визначенню	Показник обробки патрона
1	2	3	4	5
Аміак	Синя	-	Пари кислот, лугів і амінів	-
Ацетилен	Світло-коричнева	Сірководень, фосфористий водень, крем'янистий водень, аміак, пари ацетону і води	-	Зерна поглинача, що розпливлися від зволоження № 1, жовто-оранжеве або малинове забарвлення поглинача № 4
Ацетон	Жовта	Сірчистий ангідрид, пари оцетових кислоти, ангідриду, соляної кислоти (до 10 ГДК)	Пари кетону і складних ефірів, пари оцетових ангідриду, кислоти, сірчистого ангідриду, соляної кислоти (понад 10 ГДК)	Поглинювальна трубка придатна для проведення тільки 1 аналізу
Бензин	Світло-коричнева	Неграничні вуглеводи, пари води і ароматичних вуглеводів	-	Темно-синє забарвлення поглинача № 3 завдовжки до 3 мм
Бензол	Сіро-бежева	Пари води	Пари вуглеводнів жирного і ароматич. рядів	Зерна поглинача № 1, що розпливлися
Ксилол	Червоно-фіолетова	Пари води	Пари вуглеводнів жирного і ароматич. рядів	Зерна поглинача № 1, що розпливлися
Оксиди азоту	Червона	-	Галогени (хлор, бром, йод), озон (понад 10 ГДК)	-

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Окисел вуглецю	Коричнева (кільце)	Ацетилен, етилен, метан, суміш бутану і пропану, оксиди азоту, хлор, сірчистий ангідрид, водень, пари бензину, бензолу і його гомологів, води, ацетону, кислоти мурашиної, формальдегіду, спиртів етилового і метилового, дихлоретилену сірковуглеця	Пари карбонилів, металів	Жовто-оранжеве або малинове забарвлення поглинача № 4, сіро-жовте і жовто-коричневе забарвлення поглинача № 6 завдовжки до 5 мм
Сірчистий	Біла	Сірководень, аміак, двоокис азоту, туман сірчаної кислоти, пари води	-	Темно-сіре або коричневе забарвлення поглинача № 8 завдовжки до 5 мм
Сірководень	Коричнева	-	Меркаптан	-
Толуол	Темно-коричнева	Пари води	Пари вуглеводня жирного і ароматич. рядів	Зерна поглинача № 1, що розпливлися
Вуглеводні нафти	Світло-коричнева	Неграничні вуглеводні, пари води і ароматичних вуглеводнів	-	Темно-сіре забарвлення поглинача № 3 завдовжки 8 мм
Хлор	Червона	-	Пари бром, йоду, окислювачів і хлорамінів	-
Етиловий ефір	Зелена	Пари води, етилового спирту органічного кислот, фенолу	-	Зерна поглинача № 1, що розпливлися, зелене кільце в початковій частині індикаторної трубки

### Експериментальна частина

Газоаналізатор універсальний УГ2 складається з повітрязабірною пристрою УГ-2 – і комплектів індикаторних засобів УГ-2.

Повітрязабірний пристрій УГ-2 (рис. 1) складається з гумового сільфону 2 з двома фланцями, стакана з пружиною 3, що знаходяться усередині корпусу 1.

У внутрішніх гофрах сільфону встановлені розпорні кільця 4 для додання жорсткості сільфону і збереження постійності об'єму.

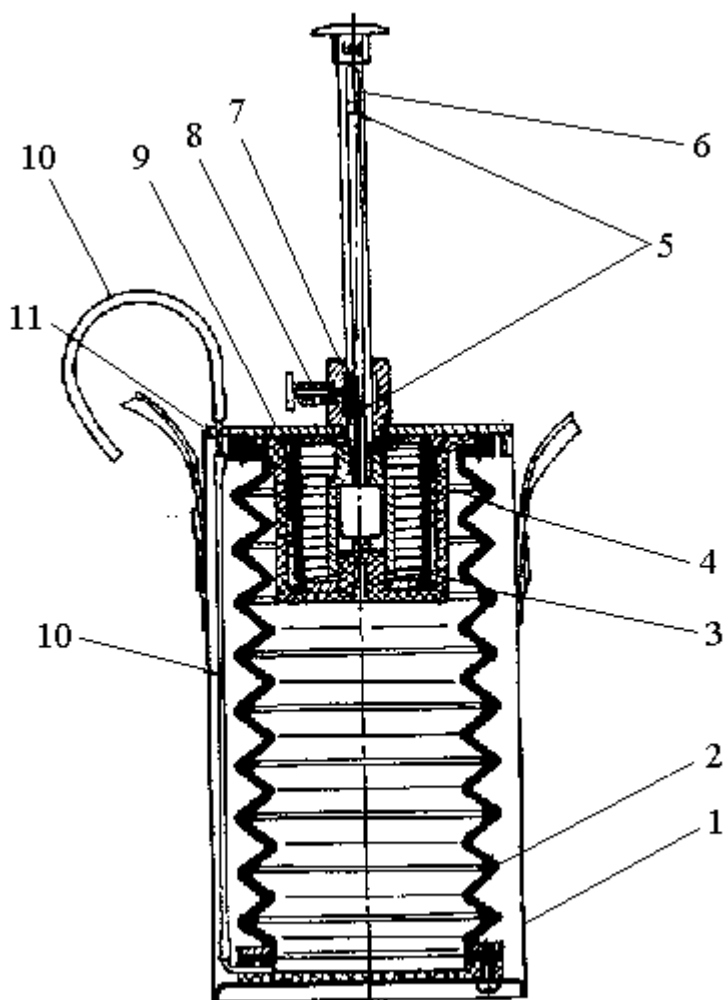
На верхній платі 9 є нерухома втулка 7 для напряму штока 6 при стисненні сільфону.

На штуцері 11 з внутрішньої сторони надіта трубка гумова 10, яка через нижній фланець з'єднується з внутрішньою порожниною сільфону.

Вільний кінець трубки служить для приєднання індикаторної трубки при аналізі.

На циліндровій поверхні штока 6 розташовані чотири підпільні канавки з двома поглибленнями 5 для фіксації двох положень штока фіксатором 8.

Відстань між поглибленнями на канавках підібрана так, щоб при ході штока від одного поглиблення до іншого сільфон забирав заданий об'єм досліджуваного повітря.



**Рис. 1. Повітрязабірний пристрій УГ-2: 1 – корпус; 2 – сільфон; 3 – пружина; 4 – розпірне кільце; 5 – канавка з двома заглибленнями; 6 – шток; 7 – втулка; 8 – фіксатор; 9 – плата; 10 – трубка гумова; 11 – штуцер.**

У комплекти індикаторних засобів УГ-2 входять ампули з індикаторними поглинювальними порошками і приладдя, необхідне для виготовлення індикаторних трубок і фільтрувальних патронів.

Принцип роботи газоаналізатора УГ-2 заснований на зміні забарвлення шару індикаторного порошку в індикаторній трубці після просмоктування через неї повітрязабірним пристроєм УГ-2 повітря робочої зони виробничих приміщень.

Довжина забарвленого стовпчика індикаторного порошку в трубці пропорційна концентрації аналізованого газу в повітрі і вимірюється за шкалою, градуйованою в мг/м<sup>3</sup>.

При роботі з газоаналізатором універсальним УГ-2 необхідно дотримуватись заходів безпеки, передбачених при роботі з визначуваним газом (парою).

Необхідно бути обережними при роботі зі склом, не допускати попадання порошку на шкіру і очі.

По закінченню роботи і перед ухваленням їжі необхідно ретельно вимити руки милом.

Перевірка герметичності повітрязабірного пристрою УГ-2 полягає у зниженні сільфону штока до верхнього отвору на об'ємі 400 см<sup>3</sup> і фіксуванні у цьому положенні фіксатором. Трубку гумову перегинають і затискають затиском.

Відводять фіксатор і після первинного ривка штока його відпускають.

Повітрязабірний пристрій УГ-2 вважають герметичним, якщо 10±2 хв не спостерігається помітного переміщення штока.

### **Порядок роботи**

1. Ознайомитися з інструкцією, пристроєм газоаналізатора і методикою проведення роботи.

2. Одержати у викладача завдання на визначення концентрації пари органічних розчинників, представлених на стенді.

3. Підготувати індикаторні трубки з відповідним індикатором до роботи (або одержати їх у викладача).

4. По таблиці 1 визначити кількість повітря, яку необхідно просмоктати через індикаторну трубку.

5. По таблиці 1 визначити необхідний час для просмоктування повітря через індикаторну трубку.

6. Вставити індикаторну трубку в гумовий шланг газоаналізатора.

7. Підвісити індикаторну трубку в шийку ємності з розчинником.

8. Почати прокачування повітря з парами розчинника через індикаторну трубку.

9. Виставити годинник на необхідний час прокачування повітря через індикаторну трубку.

10. Прокачувати повітря до закінчення часу вказаного в таблиці 1 (дзвінок сповіщає про закінчення часу прокачування).

11. Індикаторну трубку прикласти до етикетки для певного розчинника.

12. Визначити концентрацію пари розчинника в повітрі ( $\text{мг/м}^3$ ).
13. Порівняти одержану концентрацію пари органічних розчинників в повітрі з ГДК.

### **Зміст звіту**

У звіті про виконану роботу необхідно зазначити отримані дані після проведення експериментальних досліджень та надати висновки та рекомендації щодо вмісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

### **Контрольні питання**

1. У чому полягає принцип роботи газоаналізатора УГ-2?
2. Що називається гранично допустимою концентрацією шкідливих речовин?
3. У чому відмінність токсичних шкідливих речовин від нетоксичних?
4. Наведіть класифікацію токсичних шкідливих речовин.
5. Який метод вимірювання застосовується при визначення наявності газів в робочій зоні УГ-2?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4**

**Тема: Дослідження показника запиленості повітря виробничого приміщення та оцінка його відповідності нормативним значенням**



**Мета:** вивчити пристрій приладу для вимірювання концентрації пилу в повітрі і нормативні характеристики допустимих концентрацій (ГДК) зважених речовин в повітрі. Освоїти методику вимірювання пилу у виробничому приміщенні. Визначити запиленість повітря, дати санітарну оцінку виробничого приміщення.

Запиленість повітря робочої зони може виникнути при багатьох технологічних процесах на підприємствах громадського харчування. Перемішування, купажування і подрібнення продуктів, особливо сипких, звичайно пов'язане з виділенням пилу.

Пил – тонкі частинки твердої речовини, може бути не тільки у вигляді осаду (аерогель), але і в зваженому стані (аерозоль).

Шкідлива дія пилу на людину залежить від його кількості в повітрі, від розміру частинок (дисперсності), від хімічного складу частинок.

Потрапляючи в дихальні шляхи, пил може викликати подразнення. Потрапляючи в легені і лімфатичні залози, він викликає їх захворювання. Тривала робота в умовах запиленого повітря приводить до хронічних захворювань – пневмонії, фіброзу і ін.

Кількість пилу, що вдихається, залежить від запиленості приміщення. В цілях охорони праці робітників необхідно дотримуватись норм гранично допустимих концентрацій пилу в повітрі робочої зони.

Гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин (зокрема аерозолів в повітрі робочої зони) – така концентрація, яка при щоденній 8-годинній роботі протягом всього робочого стажу не викликає у працюючих захворювань.

Гранично допустимі концентрації пилу наведені в ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ. Наприклад, ГДК пилу рослинного і тваринного походження такі:

- з домішкою двоокису кремнію більше 10% – 2 мг/м<sup>3</sup>;
- те ж, від 2 до 10% – 4 мг/м<sup>3</sup>;
- те ж, менше 2 % – 6 мг/м<sup>3</sup>.

Пил із вмістом значної кількості двоокису кремнію найбільш небезпечний, оскільки викликає важке хронічне захворювання – силікоз.

Пил може бути токсичним. Розчиняючись в організмі людини, він діє як отрута. Пил здатний адсорбувати з повітря отруйні гази.

Пил може мати електричний заряд, що полегшує його осадження в легенях.

Окрім шкідливої дії на організм людини, пил може бути вибухонебезпечним (аерозоль), підвищувати знос устаткування.

При неможливості забезпечити виробничу зону або понизити запиленість до рівня ГДК (наприклад, аварійна ситуація) і необхідності продовжувати працювати, слід користуватися індивідуальними захисними засобами: респираторами, киснево-ізолюючими приладами і т.д.

## **Експериментальна частина**

Прилад для вимірювання концентрації пилу в повітрі (ВКП-1), переносний, призначений для вимірювання вагових концентрацій механічних домішок в повітрі в закритих і опалювальних приміщеннях промислових підприємств в діапазоні 0,1-500 мг/м<sup>3</sup>.

Перед введенням в експлуатацію обов'язкове попереднє градування приладу ваговим методом з використанням фільтрів АФА і побудова градувальної характеристики  $I = f(c) = a \cdot c$  для кожного конкретного виду пилу.

За побудованими градувальними характеристиками проводиться періодичний контроль запиленої середовища за допомогою приладу ВКП-1.

Діапазон вимірювання вагових концентрацій механічних домішок в повітрі приладу знаходиться у межах від 0,1 до 500 мг/м<sup>3</sup>. Чутливість приладу на 1 піддіапазоні вимірювання не менше 10 мкА (мг/м<sup>3</sup>).

Допустима приведена похибка приладу при незмінному дисперсному складі аерозоля і відсутності в повітрі частинок з діаметром 0,1 мкм (дим і т.п.) – не більше  $\pm 10\%$ . Нормованим значенням вважається верхня межа піддіапазону вимірювання.

Час робочого режиму – не більше 5 хвилин, при цьому безперервна робота не більше 2 хв, перерва – не менш подвоєного часу безперервної роботи.

Прилад ВКП-1 побудований по схемі, що складається з повітрязабірної і електронної частин (рис. 1).

Електронна частина приладу складається з блоку перетворювача, підсилювача, стабілізатора напруги, мережевого блоку живлення 1 і акумуляторного блоку живлення 2.

Блок перетворювача, підсилювач, блоки живлення 1 і 2 виконані у вигляді окремих вузлів, причому блоки живлення 1 і 2 взаємозамінні в приладі, а стабілізатор, детектор конструктивно розташовані на шасі приладу.

Принцип дії заснований на електризації аерозонних частинок в полі змінного негативного коронного розряду і в подальшому вимірюванні їх сумарного заряду, що індуктивно наводиться на стінках циліндра вимірювальної камери повітрязабірної частини приладу. Вимірюваний при цьому сумарний заряд пропорційний концентрації аерозоля в об'ємі повітря, що пройшла через зарядну камеру.

Частинки аерозоля, що містяться в повітрі, пролітаючи в електричному полі аеронного розряду, що створюється перетворювачем в зарядній камері, одержує за час імпульсу корони негативні заряд із змінною об'ємною щільністю.

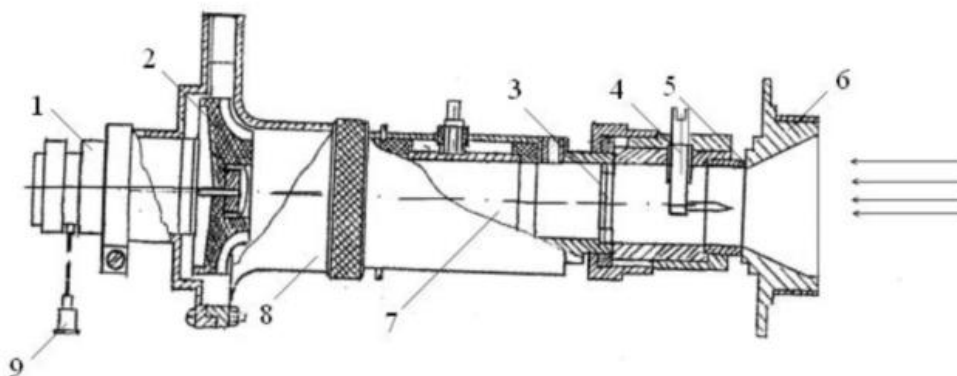
Джерелом високовольтної напруги 4–5 кВ є перетворювач, напруга якого модулюється імпульсами мультівібратора з частотою 30–40 Гц (мультівібратор входить в перетворювач).

Потрапляючи у вимірювальну камеру, сполучену з входом підсилювача, частинки індукують на її стінках заряд, який створює на вході підсилювача напругу, амплітуда якої пропорційна концентрації пилу в повітрі. Сигнал, посилений низькочастотним підсилювачем, перетворюється детектором і подається на вимірювальний прилад, розташований на передній панелі приладу.

Мікронагрівач служить для створення потоку аерозольних частинок в повітрязабірній частині і конструктивно пов'язаний з нею.

У приладі передбачений режим роботи калібрування, що дозволяє перевірити працездатність підсилювача, детектора і вимірювального приладу. В цьому випадку з мультівібратора, що входить до складу перетворювача, посилюється і подається на вимірювальний прилад. У режимі калібрування висока напруга і мікронагрівач відключені.

Блоки живлення служать для подачі живлячих схему приладу напруг при роботі від мережі і акумуляторів.



**Рис. 1. Схема приладу ВКП-1: 1 – електродвигун; 2 – крильчатка; 3 – фільтр; 4 – електрод; 5 – втулка; 6 – сопло; 7 – камера вимірювань; 8 – мікронагрівач; 9 – живлення електродвигуна.**

Підготовка приладу до роботи:

- встановіть перемикач РЕЖИМ РАБОТЫ в положення ВЫКЛ;
- встановіть перемикач діапазону в положення 1;
- під'єднайте прилад до мережі за допомогою шнура живлення, при цьому прилад заземляється автоматично за допомогою 3-смугової вилки;
- поставте перемикач РЕЖИМ РАБОТЫ в положення КАЛИБР;
- обертанням ручки КАЛИБРОВАНИЕ встановите стрілку мікроамперметра на  $50 \pm 5$  ділень шкали;
- переведіть перемикач РЕЖИМ РАБОТЫ в положення ИЗМЕР., при цьому стрілка мікроамперметра приладу повинна різко відхилитися, а потім повернутися до початку шкали;
- перевірте візуально наявність плями фіолетового кольору, що світиться, в зарядній камері повітрязабірної частини приладу;

- роботу електродвигуна перевірте по характерному шуму і наявності повітряного потоку на виході мікронагрівача повітрязабірної частини.

Градування приладу ВКП-1 проводиться в такому порядку:

- підготуйте прилад до роботи;
- зберіть установку;
- підготуйте до роботи аспіратор для відбору проб повітря типу М-822 згідно його технічному опису;
  - зважте на аналітичних вагах фільтр і встановите його у фільтроутримувач установки;
  - встановіть прилад ВКП-1 на відстань 0,8 м від фільтроутримувача;
  - проведіть відбір проб повітря за допомогою аспіратора на фільтр АФА ВН-20, при цьому контролюйте ротаметр аспіратора, швидкість проходження повітря через фільтр і зафіксуйте час початку відбору проб за допомогою секундоміра;
  - переведіть перемикач РЕЖИМ РАБОТЫ приладу ВКП-1 з положення КАЛИБР в положення ИЗМЕР.;
  - визначте піддіапазон вимірювання за допомогою перемикача ДИАПАЗОН;

Примітка. Щоб уникнути виходу з ладу мікроамперметра приладу ВКП-1 перед початком вимірювання перемикач ДИАПАЗОН встановите в положення 4, переходячи потім до чутливіших.

- після закінчення 10 с після визначення піддіапазону вимірювання зніміть свідчення мікроамперметра ВКП-1 і переведіть перемикач РЕЖИМ РАБОТЫ в положення КАЛИБР;
- проведіть декілька вимірювань (не менше 5) за допомогою приладу ВКП-1 через різні проміжки часу, за період відбору проби повітря на фільтр АФА;
- вимкніть аспіратор для відбору проб повітря і секундомір, зафіксувавши час закінчення відбору;
- встановіть перемикач РЕЖИМ РАБОТЫ приладу в положення ВЫКЛ, а перемикач ДИАПАЗОН в положення 4;
- обчисліть середньоарифметичне значення свідчень мікроамперметра приладу ВКП-1;
- витягніть з фільтрувача фільтр АФА, зважте і визначте приріст (Р), який повинен бути не менше 1 мг;
- визначте концентрацію пилу в повітрі по формулі:

$$C = \frac{\Delta P}{V \cdot t},$$

де С – концентрація аерозолю, мг/м<sup>3</sup>;  
Р – приріст фільтру, мг;  
V – швидкість прокачування повітря через фільтр АФА, м<sup>3</sup>/с;

t – час відбору проби, с.

Після цього необхідно побудувати градувальну характеристику  $I=f(c)$  не менше ніж за трьома значеннями концентрації для кожного піддіапазону вимірювання для приміщень з рівнем концентрації, що змінюється (додаток 1).

При побудові градувальних характеристик в приміщеннях з побудованим дискретним складом пилу достатньо одного контрольного значення концентрації для кожного піддіапазону вимірювання.

В основі побудови градувальної характеристики лежить лінійна залежність між свідченнями мікроамперметра приладу ВКП-1 і значенням концентрації пилу (визначуваної по ваговому методу).

$$I=f(c)=a*c,$$

де I – свідчення мікроамперметра, мкА;

c – значення концентрації, що визначається по ваговому методу, мг/м<sup>3</sup>;

a – параметр, що визначають по формулі:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \times I_i)}{\sum_{i=1}^n c_i^2},$$

де i – номер вимірювання приладом ВКП-1;

n – кількість вимірювань приладом ВКП-1;

c – значення концентрації визначене ваговим методом, мг/м<sup>3</sup>;

I<sub>i</sub> – середньоарифметичне значення свідчень мікроамперметра приладу ВКП-1 за час відбору проби на фільтр АФА.

Після визначення параметра «а» будується градувальна характеристика  $I=a*c$  в прямокутній системі координат і визначається ціна ділення шкали, відповідна концентрації пилу в 1 м повітря.

### Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з пристроєм ВКП-1.
2. Ознайомитися з принципом його роботи.
3. Встановити перемикач РЕЖИМ РАБОТЫ в положення ВЫКЛ.
4. Встановити перемикач ДИАПАЗОН в положення 1.
5. Встановити перемикач РЕЖИМ РАБОТЫ в положення КАЛИБР.
6. Обертанням ручки калібрування встановити стрілку мікроамперметра на  $50 \pm 5$  ділень шкали.
7. Перевести перемикач РОД РАБОТЫ в положення ИЗМЕРЕНИЕ, при цьому стрілка мікроамперметра повинна різко відхилитися, а потім повернутися до початку шкали.
8. Перевірити візуально наявність плями фіолетового кольору, що світиться, в розрядній камері повітрязбірної частини приладу.

9. Категорично забороняється вставляти в огорожну камеру будь-які предмети. Небезпечно для життя.

10. Роботу електродвигуна перевірити по характерному шуму і наявності повітряного потоку на виході мікрофоннагнітача.

11. Встановити піддіапазон вимірювання концентрації пилу в досліджуваному приміщенні.

12. Після закінчення 10 с зніміть свідчення мікроамперметра приладу.

13. Відповідно до градуовального графіка визначите концентрацію пилу в приміщенні.

14. Встановити перемикач РЕЖИМ РАБОТЫ в положення ВЫКЛЮЧЕНО, а перемикач ДИАПАЗОН в положення 4.

15. Час перерви у вимірюваннях повинен дорівнювати подвоєному часу вимірювання.

### Зміст звіту

Отримані у ході роботи дані записати у таблицю 1. Визначивши з діаграми концентрацію пилу на 1, 2, 3 діапазонах, зробити висновок, на якому діапазоні вимірювання концентрація перевищує ГДК, яка надається в завданні на лабораторну роботу.

Таблиця 1

#### Визначення запиленості за приладом ВКП-1

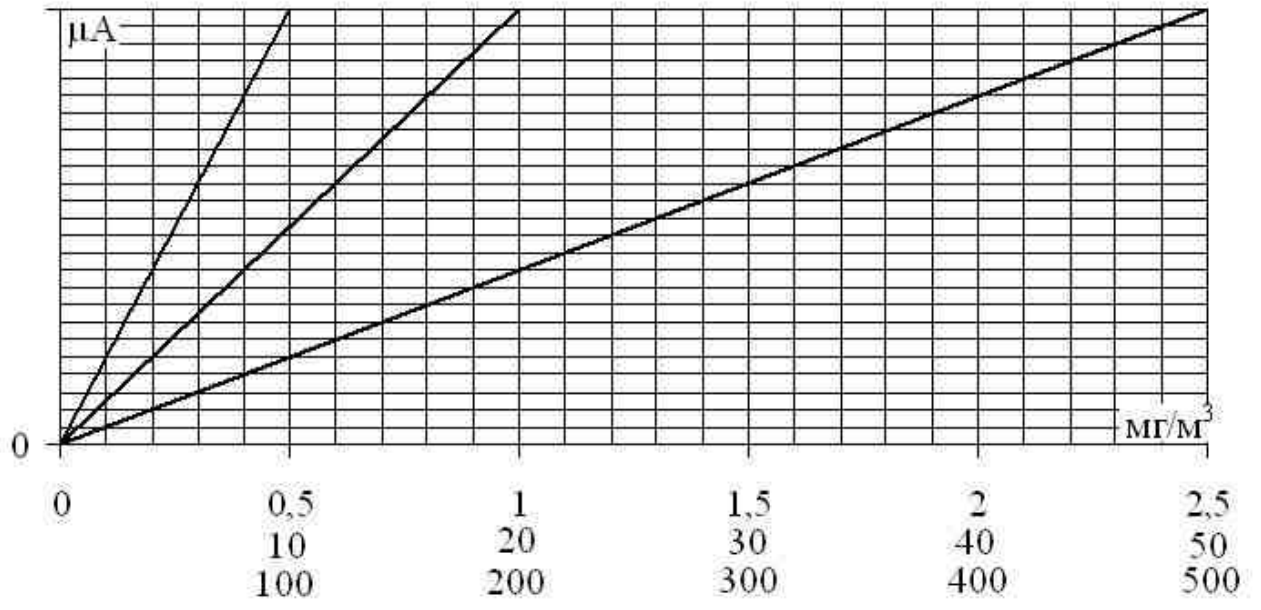
Діапазони	Свідчення приладу, мкА	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Висновки
1			
2			
3			

### Контрольні питання

1. Чим обумовлений шкідливий вплив пилу на людину?
2. Яке призначення приладу ВКП-1?
3. На чому заснован принцип дії приладу ВКП-1?
4. Що таке ГДК?
5. В чому полягають основні етапи підготовка приладу ВКП-1 до роботи?

Додаток А

### Графік для приладу ВКП-1



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

**Тема: Вивчення пристрою для відбору проб повітря, вимірювання витрати у виробничих приміщеннях і визначення його запиленої**

**Мета:** вивчити пристрій аспіратора (М822) і визначити масову концентрацію пилу.

Охорона праці передбачає захист виробничого персоналу від шкідливих умов праці пов'язаних із специфікою виробництва.

Для захисту дихальних шляхів працівників застосовують різного виду пов'язки виготовлені з різних фільтруючих матеріалів. Це відноситься і до працівників торгівлі та громадського харчування в період епідемій грипу при контакті з потоком покупців підприємств громадського харчування. Подібні ситуації вимагають уміння виготовлення оберігаючих пов'язок, що забезпечують застосування фільтруючих матеріалів.

Фільтруючим матеріалам притаманна певна пористість, від якої залежить якість виготовленого фільтру, кількість зважених речовин, які проходять через виготовлений фільтр і кількість повітря або рідини необхідне для забезпечення нормальної роботи. Все це визначається розміром пор фільтруючого матеріалу.

Так, наприклад, якщо площа фільтру, через який проходить фільтруючий потік, має певні чисельні значення, то еквівалентна площа проходу фільтрованої речовини значно менша, ніж площа фільтру. На продуктивність фільтру здійснює значний вплив викривленість каналів, через які проходить фільтрат. Все це обумовлює здатність фільтрів мати опір потоку. Менша пористість та більша щільність фільтрувального матеріалу обумовлюють його більший опір та кращу якість фільтрації. У зв'язку з цим існує поняття швидкості фільтрації, яка залежить від різниці тиску до фільтруючої перегонки і після неї. Повітродувка аспіратора створює розрядку, яка дозволяє проводити дослідження фільтрів і фільтруючих матеріалів, вимірювати опір і інші параметри фільтру. Визначити запиленість повітря і гідродинамічні параметри.

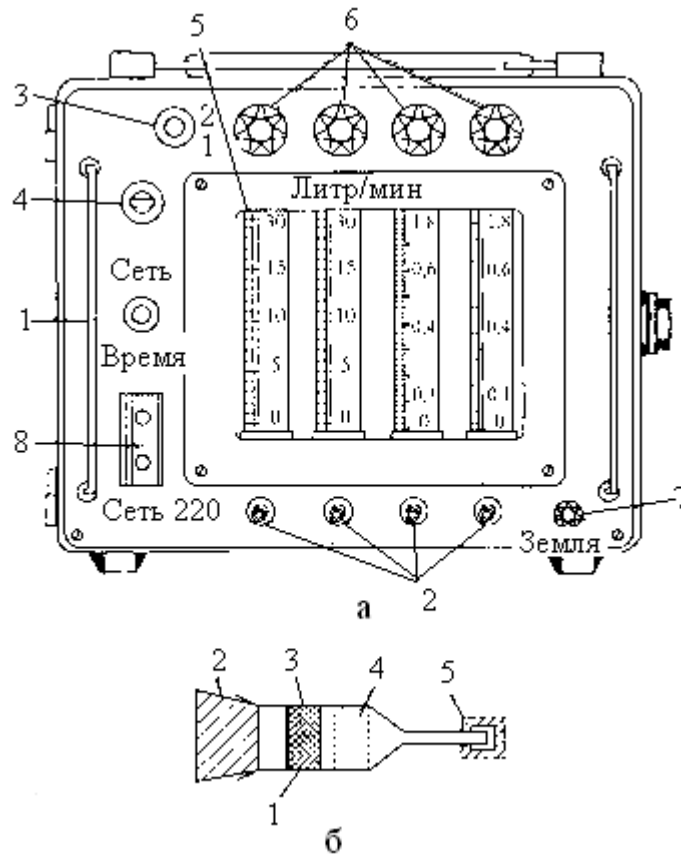
### Експериментальна частина

Аспіратор для відбору проб повітря (рис. 1а) призначений для відбору проб повітря з метою аналізу домішок, що містяться в ньому, службами санітарно-епідеміологічних станцій, лабораторій, науково-дослідних інститутів гігієни праці і профзахворювань, санітарних лабораторій промислових підприємств на робочих місцях, у виробничих приміщеннях. Кількість проб повітря, що відбираються аспіратором одночасно:

з витратою повітря від 0,2 до 1 л/хв – 2;

з витратою повітря від 1 до 20 л/хв – 1.





**Рис. 1. Загальний вигляд аспіратора та алонжа: а) аспіратор:**  
**1 – вихідна колодка; 2 – тумблер; 3 – гніздо запобіжника;**  
**4 – запобіжний клапан; 5 – реометр; 6 – ручки вентилів реометрів**  
**(регулює швидкість відбору проб); 7 – клеми для заземлення;**  
**8 – штуцери; б) алонж: 1 – скляна трубка; 2 – пробка; 3 – скловата;**  
**4 – сітка металева; 5 – кришка.**

Межа основної похибки свідчень ротаметрів, що припускається, виражена у відсотках від верхньої межі вимірювань, при температурі навколишнього повітря  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ , атмосферному тиску  $101 \pm 33$  кПа (760 мм рт. ст.) і відносній вологості від 30 до 80% повинен відповідати:  $\pm 5\%$  для діапазону 1–20 л/хв.;  $\pm 7\%$  для діапазону 1–20 л/хв.

Аспіратор по електробезпеці відповідає ГОСТ 12.2.025-76, класу захисту II; по ступеню захисту від ураження електричним струмом аспіратор відноситься до типу Н.

Аспіратор складається з повітродувки роторного типу, що створює негативний тиск (всмоктування), електромотора і чотирьох ротаметрів (реометрів). Два реометри призначені для вимірювань об'ємної швидкості повітря, що відсмоктується аспіратором, і градуйовані від 1 до 20 л/хв, а два – від 0,2 до 1,0 л/хв, що необхідно у разі відбору проб повітря при проведенні газових аналізів.

На передній панелі аспіратора розташовані: вхідна колодка 1 для під'єднання приладу до електромережі: (рис. 1а) тумблер 3 включення і

виключення апарату; роз'єм 2 запобіжники; запобіжний клапан для запобігання перевантаженню електродвигуна при відборі проб повітря з малими швидкостями і полегшення запуску, апарату; ротаметр 5 (конусні скляні трубки з поплавцями) для визначення швидкості проходження відібраної проби повітря; ручки 6 вентилів ротаметрів для регулювання швидкості відбору проб; клема 7 для заземлення апарату; штуцера 8 для приєднання гумових трубок з фільтрами.

Алонж (рис. 1б) – це металевий корпус у вигляді воронки. У розширену частину вставляють паперові фільтри. Нестандартний алонж представляє скляну трубку 1 зі звуженим кінцем. У скляну трубку укладають металеву сітку 4 або шматочок марлі, що запобігає засмоктуванню пилу або фільтру з вати в аспіратор. Потім укладають скловату 3, шар завтовшки 3,4 см. алонж закривають гумовою пробкою 2 і кришкою 5.

Перш ніж включити аспіратор, перевірте положення розвантажувального клапана.

При положенні rischi розвантажувального клапана навпроти цифри «1» клапан відкритий і може пропускати повітря, не допускаючи виникнення в повітродувці зайвої розрядки, що зменшує навантаження електродвигуна.

У разі недостатньої потужності повітродувки для забезпечення необхідної швидкості проходження повітря встановіть розвантажувальний клапан в положення «2».

До штуцерів 8 необхідно приєднати фільтри або поглиначі. Відкривати вентиля 6 без фільтрів або поглиначів на штуцерах 8 не дозволяється. Інакше повітродувка забруднюється і апарат передчасно виходить з ладу.

Включіть аспіратор, перемістивши движок тумблера 3. У момент пуску електродвигуна рекомендується відкрити повністю вентиля, регулюючі швидкість проходження повітря, оскільки при відкритих вентилях двигун випробовує найменше навантаження і тому легше запускається.

Шляхом обертання ручок вентилів 6 встановіть необхідну швидкість проходження повітря. Якщо швидкість повітря, що проходить через повітродувку, менше 20 л/хв, то тривалість безперервної роботи при закритому розвантажувальному клапані 3 положення «2» не повинна перевищувати 1 години, після чого дати електродвигуну остигнути.

Встановивши необхідну швидкість відбору проби повітря, зафіксуйте час і відберіть пробу.

Відлік швидкості проходження повітря проведіть за шкалами (по верхньому краю поплавку).

Підготовка алонжів для забору повітря полягає у тому, що ватний фільтр масою 0,1 г (завтовшки 3,4 мм) вкладають в алонж і продувають повітродувкою із швидкістю 20 л/хв в перебігу 2–3 хв для волокон вати.

Після цього алонж з ватним фільтром висушують при температурі 105°C впродовж 2 годин. Просушений алонж із закритими пробками зважують з абсолютною погрешністю до 0,2 мг та знову висушують в сушильній шафі.

Якщо різниця між першим і другим зважуванням не перевищує 0,2 мг, алонж можна використовувати для забору проби. Якщо маса перевищує 0,2 мг, просушування продовжують.

Висушений алонж зберігають в ексікаторі з соляною кислотою.

### Порядок роботи

1. Вийняти алонж з ексікатора і зважити зі вставленими пробками на аналітичних вагах з точністю до 0,1 мг.

2. Вставити підготовлений алонж в шланг, сполучений з ротаметром аспіратора. Включити аспіратор і відрегулювати швидкість просмоктування повітря (10–14 л/хв). Встановити алонж в зону дихання працівника. При цьому необхідно відмітити час засмоктування запиленого повітря. Просмоктування продовжується 8–10 хв, об'єм просмоктуваного повітря при цьому складе 80–140 л.

3. Після закінчення забору повітря відкритий алонж з пробками на 10–15 хв поміщають в ексікатор для просушування. Потім алонж закривають пробками і зважують на аналітичних вагах. Після зважування знову розміщують на 10–15 хв в ексікатор для повторного просушування. Різниця мас не повинна перевищувати 0,2 мг.

4. Масову концентрацію пилу (у мг/м<sup>3</sup>) визначають по наступній формулі:

$$G_p = \frac{q_1 - q_0}{V_0 \cdot \tau},$$

де  $q_0$  – маса алонжа до відбору проби, мг;

$q_1$  – маса алонжа після відбору проби, мг;

$V_0$  – об'ємна швидкість (л/хв.) повітря, пропущеного через фільтр;

$\tau$  – тривалість пропускання повітря крізь фільтр.

Об'ємна швидкість повітря, пропущеного через фільтр визначається по формулі:

$$V_0 = \frac{W \cdot 273 \cdot P}{\tau \cdot (273 + t_g^0) \cdot 10^5},$$

де  $P$  – атмосферний тиск, Па;

$W$  – об'єм повітря, яке пройшло через алонж, л;

$\tau$  – тривалість пропускання повітря, хв.;

$t_g^0$  – температура повітря в приміщенні, °C.

### Зміст звіту

Оформити звіт по встановленій формі (табл. 1).

**Результати дослідження запиленої повітря**

№ з/п дослідю	Характеристика пилу	Температура повітря в приміщенні, °С	Тиск, мм. рт. ст.	Вага фільтру до відбору проби, мг	Вага затриманого пилу, мг	Вага фільтру після відбору проби, мг	Тривалість дослідю, хв	Об'єм повітря, що пройшов крізь фільтр, м <sup>3</sup>	Концентрація пилу, мг/м <sup>3</sup>	ГДК пилу по нормах, мг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

В кінці звіту надати висновки у вигляді санітарної оцінки запиленості виробничого середовища (на вимоги ГОСТ 12.1.005-76).

**Контрольні питання**

1. Який склад чистого повітря?
2. За яких умов забезпечуються комфортні умови для людини?
3. Як впливає на людину запиленість?
4. Які необхідно проводити заходи щодо очищення повітря?
5. Як визначити запиленість місця?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### Тема: Дослідження виробничого шуму

**Мета:** ознайомитися з роботою шумоміра ШУМ-1М, навчитися вимірювати рівень шуму на робочих місцях і проводити частотний аналіз шуму, встановити ефективність дії шумопоглинаючих пристроїв, порівняти отримані результати з гранично допустимим рівнем звукового тиску і зробити висновки.

Захист людини від шуму став одним з актуальних завдань. Шум діє на нервову систему людини і несприятливо впливає на діяльність людського організму: викликає головний біль, запаморочення, порушення функцій слухових органів, ослаблення уваги. Сильний виробничий шум сильно знижує продуктивність праці, може викликати важкі захворювання і стати причиною нещасного випадку.

Шум є безладним поєднанням звуків різних частот і сили. Людина звичайно може чути тільки ті звуки, частота яких знаходиться в межах від 16 до 20000 Гц. При дії звуків відбувається найбільше коливання тиску в середовищі. Різниця між миттєвим значенням повного тиску і середнім тиском в середовищі за відсутності звукових хвиль, називається звуковим тиском.

Вухо людини здатне оцінювати не абсолютний, а відносний тиск звукового тиску. Для можливості оперувати не багатозначними числами (на практиці зміна звукового тиску відбувається у величезному діапазоні) введене поняття звукового тиску (дБ), величина якого виражається залежністю:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

Де  $P$  – звуковий тиск від джерела звуку, Н/м<sup>2</sup>;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Н/м<sup>2</sup> – поріг чутливості при частоті звуку 100 Гц.

Звуки різних частот за однакових умов звукового тиску неоднаково впливають на організм людини. Найбільш несприятливі для сприйняття звуки високих частот. Це враховано в нормах ГОСТ ССБТ, а також повинно враховуватися при проектуванні шумопоглинання.

З цією метою робиться частотний спектральний аналіз шуму, тобто розкладається шум (як складний коливальний процес на прості складові. Залежність амплітуди окремих складових від частоти коливань (Гц) називається спектром шуму.

Нормативні вимоги до виробничих шумів викладені в ГОСТ 12.1.003-83, а до проектування способів боротьби з шумом у СНіП 11-12-77.

Аналіз шуму проводиться за допомогою пристрою (у шумомірі або в окремому приладі), наприклад, в аналізаторі спектру шуму АШ-2М, електричних фільтрів, що складаються з набору. Кожен фільтр «вирізає» в

досліджуваному шумі октавну смугу, тобто смугу з відношенням верхньої і нижньої граничних частот  $f_2/f_1$  рівним двом.

У нормативних документах встановлені допустимі рівні звукового тиску у восьми октавних смугах з середньгеометричними частотами 63,125,250,1000,4000,6000 Гц.

$$f_g = \sqrt{f_1 \times f_2} .$$

Крім того приводяться допустимі рівні звуку  $L_0$  у дБ, вимірювані шумоміром з використанням частотної характеристики «А» (додаток А). Ця величина застосовується для орієнтовної оцінки шуму на постійних робочих місцях (див. додаток 1, ГОСТ 12.1.003-83).

Основними методами боротьби з шумом є:

- а) послаблення шуму в його джерелі;
- б) ізоляція шуму;
- в) поглинання шуму.

Найбільш радикальна міра боротьби з шумом – застосування малозумних машин і механізмів. Проте, це не завжди можливо через складність конструктивних змін в машинах, тому на практиці часто користуються методами ізоляції і поглинання.

Примітка. Найменше значення робочої частоти сигналу, при якому виконуються вимоги табл. 1 при використанні частотних характеристик А, Б, відповідає 80 Гц.

### **Експериментальна частина**

Шумомір третього класу ШУМ-1М призначений для орієнтовних вимірювань стаціонарних рівнів не імпульсних звуків (шумів) на частотних характеристиках А, В, С, по ГОСТ 17187-81 щодо опорного звукового тиску  $2 \cdot 10^{-5}$  Па, в лабораторних і виробничих умовах.

Залежно від нижньої межі динамічного діапазону шумів шумоміри виготовляються двох типів: ШУМ-1М20 і ШУМ-1М30.

До електричного виходу шумоміра можливо підключення зовнішніх реєструючих і аналізуючих приладів, що мають вхідний опір не менше 10 кОм.

Живлення шумоміра здійснюється від двох батарей.

Частотний діапазон вимірюваних шумоміром шумів від 31,5 до 8000 Гц.

Мікрофон шумоміра є не напрямленим приймачем звукового тиску. Опорне падіння звукової хвилі співпадає з віссю капсуля мікрофону.

Динамічний діапазон шумоміра відповідає табл. 1.

Таблиця 1

## Динамічний діапазон шумоміру

Позначення	Тип	Діапазон вимірюваних шумів	
Ia 2.745.001	ШУМ-1М30	Св. 30 до 120	А
		Св. 35 до 130	У
		Св. 40 до 130	З
Ia 2.745.001-01	ШУМ-1М20	Св. 25 до 110	А
		Св. 30 до 120	У
		Св. 35 до 120	З

Нормована похибка перемикача в діапазоні вимірювань на характеристиці «С» щодо наполегливого рівня 90 дБ (С) не перевищує  $\pm 1$ дБ.

Межа основної похибки градування шумоміра по вільному полю на опорній частоті 1000 Гц і опорному рівні звуку 94 дБ після встановлення робочого режиму вимірювань напруги живлення від 16 до 18 дБ не перевищує  $\pm 1$ дБ.

Тимчасові характеристики F і S відповідають ГОСТ 17187 – 81.

Час допустимої безперервної роботи 8 годин, включаючи час встановлення робочого режиму, 10 хв.

Шумомір має роз'єм ВИХІД для підключення зовнішніх аналізуючих і реєструючих приладів з повним вхідним опором не менше 10 кОМ. Напруга на виході при повному відключенні стрілки вимірювального приладу 1-1,2 В, похибка через підключення зовнішніх приладів не перевищує  $\pm 1$ дБ.

Усереднені дифракційні поправки на шумомір приведені в таблиці 2.

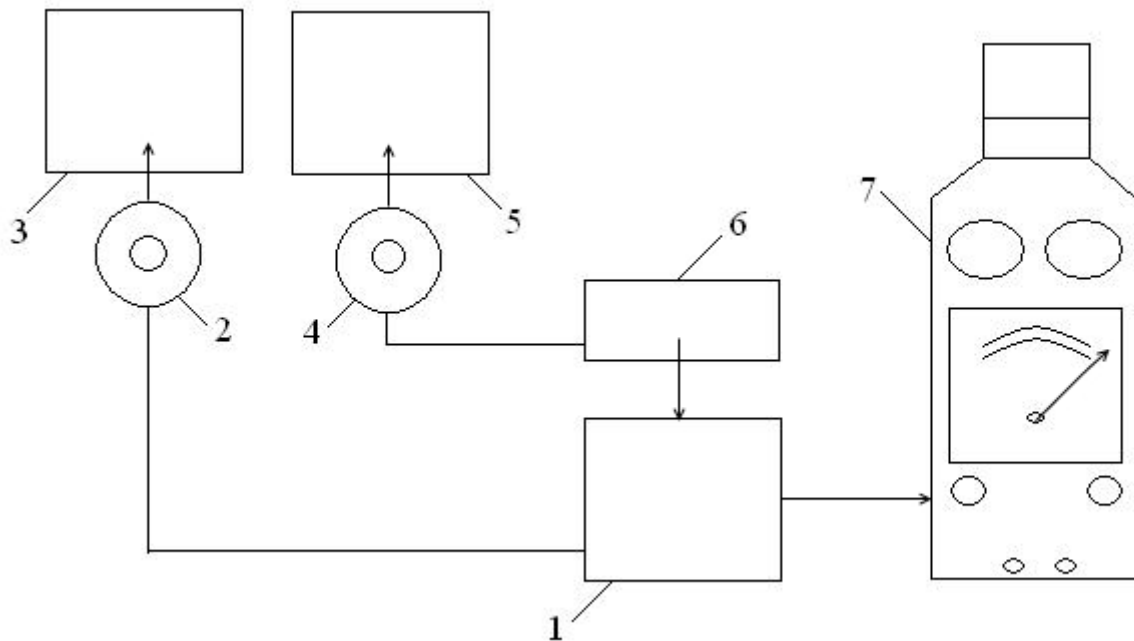
Таблиця 2

## Усереднені дифракційні поправки на шумомір

Частота, Гц	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
Усереднені дифракційні поправки, дБ	0	0,1	0,2	0,3	1,3	2,3	3,4	4,4	5,3	6,0

Принцип роботи шумоміра заснований на вимірюванні електричного сигналу того, що поступає з конденсаторного вимірювального мікрофону, пропорційного звуковому тиску акустичних шумів.

Функціональна схема шумоміра приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Схема установки для вимірювання шуму: 1 – джерело шуму; 2 – кнопка 1-го джерела шуму; 3 – джерело шуму; 4 – кнопка 2-го джерела шуму; 5 – 2 джерело шуму; 6 – випрямлювач; 7 – вимірювальний прилад.**

Вимірювальний мікрофон шумоміра складається з капсуля мікрофону вимірювального конденсатора і входного підсилювача, який є частиною електронного блоку. Електричний повний опір капсуля мікрофону на одній частоті еквівалентно місткості конденсатора 56 пФ.

Вхідний підсилювач працює як перетворювач імпедансу. Завдяки зворотному зв'язку досягається високий вхідний опір і мала вхідна місткість.

Аттенюатор А1 є ланцюгом послідовних сполучених прецизійних резисторів, що забезпечують ділення сигналу в діапазоні від 60 до 120 дБ. А1 сигнал, що знімається з аттенюатора, через джерельний повторювач, що володіє малими власними шумами, поступає на попередній підсилювач.

Для узгодження аттенюатора А2 корегуючими фільтрами А, В, С, застосований джерельний повторювач. Аттенюатор А2 забезпечує ділення сигналу в діапазоні рівнів 30-50 дБ.

Крайовий підсилювач забезпечує сигнал до рівня, необхідного для реєстрації зовнішніми записуючими пристроями і для повного відхилення стрілки вимірювального пристрою.

Індикаторний пристрій є випрямлювачем з квадратичною характеристикою, до якого підключений стрілочний вимірювальний прилад (ВП), що забезпечує візуальне спостереження і звіт рівня звуку, вираженого в децибелах.

Для отримання поляризованої напруги для живлення мікрофону використаний перетворювач. Для електричного калібрування шумомір має



джерело стабілізованої змінної напруги. Живлення шумоміра здійснюється від вбудованого джерела живлення на батареях.

Конструктивно шумомір виконаний в металевому корпусі. Корпус шумоміра має конусну обтікаєму форму.

На лицьовій панелі шумоміра розміщені: перемикач діапазонів вимірюваних рівнів (В1), перемикач роду робіт (В2), перемикач БЫСТРО-МЕДЛЕННО (В3), гнізда ВЫХОД (Ш4), вимірювальний прилад (ВП), і ручка КАЛИБР (Р 41).

На ручці перемикача роду робіт позначені операції, вироблювані за допомогою цього перемикача: виключення шумоміра, вибір необхідної частотної характеристики А, В, С і ін.

Перемикач БЫСТРО-МЕДЛЕННО призначений для установки тимчасової характеристики шумоміра. Гнізда ВЫХОД призначені для з'єднання шумоміра із зовнішніми реєструючими приладами. Шкала вимірювального приладу градуйована в децибелах.

Задня кришка шумоміра з'їмна. На ній розташована втулка, призначена для кріплення шумоміра на стандартному штативі.

На задній панелі розташований вхідний підсилювач, до якого, за допомогою різьбового з'єднання, кріпиться капсуль конденсаторного мікрофону.

Для правильного застосування шумоміра необхідно уважно ознайомитися з конструкцією і призначенням всіх його елементів і органів управління.

Для підвищення точності вимірювань або при тривалих вимірюваннях слід укріпити шумомір на штативі. При вимірюванні оператор повинен знаходитися за приладом на відстані 1–1,5 м. Можливо проводити вимірювання на витягнутій руці.

### **Порядок виконання роботи**

1. Включити блок живлення джерел шуму і вимірювального приладу ШУМ-1М30.

2. На вимірювальному приладі встановити перемикач РОД РАБОТЫ в положення ВЫКЛ, а перемикач ДИАПАЗОН в положення 120 дБ.

3. Перемикач БЫСТРО-МЕДЛЕННО в положення БЫСТРО (кнопка натиснута).

4. Натисненням кнопок 2 або 4 перевірити наявність звуку (шуму) джерела.

5. Зняти з капсуля і електронного блоку вимірювального приладу захисний ковпачок. Встановити капсуль мікрофону на електронний блок.

6. При необхідності підключити до роз'їму ВЫХОД вимірювального приладу реєструючі або аналізуючі прилади.

7. Перевести перемикач РОД РАБОТЫ вимірювального приладу в положення КАЛИБР і обертанням ручки КАЛИБРОВАНИЕ встановити

стрілку вимірювального приладу на відмітку відповідну встановленому рівню капсуля мікрофону нижній шкалі приладу.

8. Встановити перемикач ДИАПАЗОН в положення відповідне очікуваному рівню звуку. При цьому, при необхідності, для вимірювання переривистих сигналів перемикач БЫСТРО-МЕДЛЕННО перевести в положення МЕДЛЕННО шляхом віджимання кнопки на приладі.

9. Перемикач РОД РАБОТЫ встановити на необхідну частотну характеристику.

10. Рівень вимірювального звуку (шуму) рівний алгебраїчній сумі величин, за шкалою перемикача ДИАПАЗОН і значенню за шкалою вимірювального приладу.

11. Після виміру шуму 1-го і 2-го джерел встановити перемикач РОД РАБОТЫ в положення ВЫКЛ і знеструмити живлення схеми.

12. Оформити звіт по лабораторній роботі: порівняйте значення зміряних джерел з нормативними значеннями (додаток Б), визначте вид трудової діяльності, потім по додатку 1 визначите на якому робочому місці можна допускати одержаний рівень звуку.

### Зміст звіту

Одержані при роботі електродзвінка і електрореле рівні шуму (у дБ) порівнюємо з еквівалентними:

- додаток 1 – визначаємо для якого робочого місця підходять одержані рівні звукового тиску;

- додаток 2 – визначаємо для якого виду трудової діяльності підходять одержані рівні шуму.

Оформити результати у вигляді таблиці 3.

Таблиця 3

### Результати роботи

№ з/п	Об'єкт, що видає шум	Рівень шуму, дБ	Діапазон вимірювання	Характер звучання
1	Робота електродзвінка			Часті переривисті дзвінки
2	Робота електрореле			Часті короткі переривисті звуки
3	Розмовна мова			Спокійна тиха, така, що не заважає оточуючим студентам

### Контрольні питання

1. Яка мета роботи?
2. Дайте визначення шуму з фізичної і фізіологічної точки зору.
3. Що таке рівень звукового тиску і в яких одиницях воно виражається?
4. Спектри шуму і їх типи.

5. Що розуміється під октавною смугою частоти?
6. Принцип нормування шуму.
7. Методи боротьби з шумом.
8. Від чого залежить звукоізоляція огорожі?
9. Як зміниться рівень звукового тиску одного і того ж джерела шуму у відкритому просторі і приміщенні?
10. Від чого залежить ефективність звукопоглинання облицювання?
11. Назвіть органи управління шумоміра.

**Додаток А**

**Рівні шуму для різних видів трудової діяльності  
з урахуванням ступеня напруженості праці**

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								Рівні звука і еквівалентні рівні звука, дБ
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Приміщення конструкторських бюро, програмістів розрахункових машин, лабораторій для теоретичних робіт і обробки експериментальних даних, прийому хворих в медпунктах	71	62	54	49	45	42	40	36	50
Приміщення управління, робоча кімната	79	70	68	58	55	50	50	49	60
Кабінет спостереження і дистанційного керування: а) без мовного зв'язку по телефону б) з мовним зв'язком по телефону	84	87	82	78	75	73	71	70	80
	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення і ділянки точної збірки, машбюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення, лабораторії для проведення експериментальних робіт, для розміщення шумних обчислювальних машин	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях і на території підприємства	99	92	86	83	80	78	76	74	85

**Рівні шуму для різних видів трудової діяльності  
з урахуванням ступеня напруженості праці**

Вид трудової діяльності	Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБ
Робота по виробленню концентрацій, нових програм; творчість; викладання	40
Праця вищих виробничих керівників, пов'язаних з контролем групи людей, що виконують переважно розумову роботу	50
Висококваліфікована розумова робота, що вимагає зосередженості; праця, пов'язана виключно з розмовами по засобах зв'язку	55
Розумова робота, що виконується з багато чисельними вказівками і акустичними сигналами; робота, що вимагає постійного слухового контролю; високоточна категорія зорових робіт	60
Розумова робота по точному графіку з інструкцією (операторська), точна категорія зорових робіт	65
Фізична робота, пов'язана з точністю, зосередженістю або періодичним слуховим контролем	80

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

### Тема: Дослідження вібрації

**Мета:** ознайомлення з існуючою методикою вимірювання параметрів вібрації і методами захисту від розповсюдження вібрацій; порівняння вібрацій, що впливають на людину з санітарними нормами.

Коливання пружних тіл з частотою менше 16 Гц (інфразвуки) і понад 20000 Гц (ультразвуки) не сприймаються органами слуху людини, як звук. Проте організм людини сприймає їх.

В умовах виробництва вібрація надає небезпечну дію на організм людини, що супроводжуються зміною нервової і серцево-судинної систем, порушенням опорно-рухового апарату, шлунково-кишкового тракту, органів рівноваги і ін. При тривалій дії вібрації може бути так звана «вібраційна хвороба».

Джерелами вібрації в більшості виробничих процесів, що супроводжуються коливаннями, є робочий ручний інструмент (місцева вібрація), вібраційні машини, а також технологічне устаткування (загальна вібрація).

При вивченні біологічного впливу вібрації на організм людини для її фізичної характеристики прийнята частота і амплітуда коливань.

Симптомами захворювання при вібрації є: запаморочення, головний біль, зорові розлади, підвищення температури тіла. У людей тих, що працюють з пневмо-вібраторами, з'являється тремтіння рук, підвищується тиск крові, частішає або сповільнюється ритм серця.

Встановлено, що коливання з частотою 5–6 Гц украй неприємні, вони діють на ділянку серця, при частоті 8 Гц вони резонансні для шлунку, при 20–40 Гц – для рук, при 60–90 Гц – для очного яблука, а при 250–300 Гц – для черепа.

Розглядаючи шкідливий вплив на організм людини вібрації необхідно досягти, щоб вібрація не перевищувала встановлених норм.

Всі робочі та інженерно-технічний персонал, що піддається дії механічних коливань, повинні періодично проходити медичні огляди (один раз на рік).

У загальному вигляді вібрація характеризується швидкістю та прискоренням крапок, що коливаються.

Максимальна швидкість обчислюється за формулою:

$$V = 2\pi\lambda A,$$

де  $\lambda$  – частота коливань, Гц;

A – амплітуда коливань, мм;

Максимальне значення прискорень дорівнює

$$W = 4\pi^2 A\lambda = \frac{4\pi^2 A}{T^2}$$

де  $T$  – період коливань (час одного повного коливання);

$\lambda$  – частота коливань (кількість коливань підраховане на стрічці за 1 секунду).

У виробничих умовах амплітуда та частота коливань машини вимірюється вібрографами, віброметрами та віброскопами.

Таблиця 1

**Відчуття людей тих, що піддаються вібрації та характер її дії**

Дія коливань	Прискорення за частотою 1–10 Гц, мм/с <sup>2</sup>	Швидкість за частотою 10–100 Гц, мм/с
Невідчутні	10	0,16
Слабо відчутні	40	0,64
Добре відчутні	125	2,0
Сильно відчутні (заважають)	400	6,4
Середні при тривалій дії	1000	16,0
Безумовно шкідливі	Більше 1000	Більше 16,0

**Експериментальна частина**

Для вимірювання швидкості та прискорення, що характеризують вібрацію, застосовують різні датчики і різні вторинні реєструючі та показуючі прилади. Одним з найпоширеніших приладів, що випускаються вітчизняною промисловістю, для вимірювання швидкості і прискорення є прилад ВШВ-003 з необхідним набором лічильників. Їх вивчення і робота з ними є основою для розуміння процесу вібрації.

Для проведення лабораторних досліджень необхідні :

- джерело вібрації;
- датчик що перетворює коливання в електричні сигнали;
- вторинний прилад що вимірює конкретні параметри вібрації.

Джерела вібрації:

Як вже було зазначено вище, джерелом вібрації служить технологічне устаткування або його частини, вживаного на підприємствах громадського харчування.

У нашому випадку, для проведення лабораторних досліджень, вибрана шліфувальна машина для поліровки поверхонь, що використовується при ремонтних роботах в процесі ґрунтовки, поліровки поверхонь різних агрегатів.

Вона зафіксована на 4-х металевих стійках на лабораторному столі. У нижній частині машинки укріплені вимикач. При включенні шліфувальної машини за рахунок дебаланса розташованого на валу електродвигуна відбувається зворотньо-поступальний рух полірувальної дошки. Вона і створює умови джерела руху, на якому вимірюється швидкість та прискорення.

Для вимірювання та реєстрації необхідних величин механічні коливання необхідно перетворювати в електричні сигнали пропорційні швидкості та прискоренню тіла, що коливається. Для цього використовуються різні перетворювачі. У нашому випадку використаний спеціальний п'єзоелектричний перетворювач ДН-3 – ДН-4.

Перетворювач п'єзоелектричний вібраційний ДН-3 (надалі віброперетворювач) призначений для перетворення механічних коливань в електричні сигнали, пропорційні прискоренню об'єкту, що коливається.

Віброперетворювач використовується спільно з вібровимірювальними пристроями для вимірювання параметрів вібрації у заводських та лабораторних умовах.

Робочий діапазон частот 4000 Гц. Електричний опір ізоляції: у нормальних умовах не менше 1 ГОм; в умовах підвищеної вологості не менше 0,1 ГОм;

Вимірник ВШВ-003 призначений для:

- вимірювання і частого аналізу параметрів шуму і вібрації в ході наукових робіт, при дослідженні, випробуванні в цілях боротьби з постійним шумом по ГОСТ 12.1.003-83 і вібрацією в житлових і виробничих приміщеннях;

- вимірювання та аналізу шуму і вібрації в промисловості при розробці і контролі якості виробів.

За умовами експлуатації вимірник ВШВ-003 відповідає 4 групі по ГОСТ 22261-82 «Засоби вимірювань електричних і магнітних величин. Загальні технічні умови».

Динамічний та частотний діапазон вимірювання середніх квадратичних значень віброприскорення і віброшвидкості вимірником ВШВ-003 відповідає даним таблиці 2.

Таблиця 2

**Динамічний і частотний діапазон вимірювання вимірника ВШВ-003**

Вимірюваний параметр; середнє квадратичне значення	Частота діапазону, Гц	Динамічний діапазон	Тип віброперетворювача
Віброприскорення	10-10000	$5,10^2-10^3 \text{ м/с}^{-2}$	ДН-4-М1
	10-4000	$5,10^3-10^3 \text{ м/с}^{-2}$	ДН-3-М1
Віброшвидкість	10-2300	$0,5-57 \text{ мм/с}^{-1}$	ДН-4-М1
	10-16	$0,5-10^4 \text{ мм/с}^{-1}$	ДН-4-М1
	10-2800	$0,05-57 \text{ мм/с}^{-1}$	ДН-3-М1



	10-16	$0,05-10^4 \text{ мм/с}^{-1}$	ДН-3-М1
--	-------	-------------------------------	---------

Рівень власних шумів вимірника ВШВ-003 не перевищує значень вказаних в таблиці 3 та 4.

Таблиця 3

**Рівень власних шумів вимірника ВШВ-003**

Еквівалент капсуля мікрофонного 1 П-16	Еквівалентне значення рівня власних шумів, дБ					
	Частотна характеристика					
	Фільтри октавні		А	У	З	ЛИН
	16:3000 Гц	31,5:4000 Гц				
	25	20	20	25	25	30

Таблиця 4

**Рівень власних шумів вимірника ВШВ-003**

Перехідник 515, 252, 167	Еквівалентне значення рівня власних шумів, дБ	
	Віброприскорення, $\text{м/с}^2$	Віброшвидкість, $\text{мм/с}^{-2}$
	2,510-3x	0,020

Основна відносна похибка вимірника ВШВ-003 при вимірюванні середнього квадратичного значення віброприскорення та віброшвидкості не більше  $\pm 10\%$ .

Нерівномірність амплітудно-частотної характеристики вимірника ВШВ-003 при вимірюванні середнього квадратичного значення віброприскорення  $\pm 10\%$  у діапазоні частот від 10 до 10000 Гц та віброшвидкості  $\pm 10\%$  у діапазоні частот від 10 до 2800 Гц.

Еквівалентні значення рівня звуку для всіх частотних характеристик, октавних фільтрів і рівнів вібрації вимірника ВШВ-003, що викликаються дією магнітного поля напруженістю 80 А/м на частоті 50 Гц. У напрузі найбільшої дії поля не більше значень, приведених в таблицях 5 і 6.

Таблиця 5

**Еквівалентні значення рівня звуку вимірника ВШВ-003**

Еквівалент П-16	Еквівалентне значення рівня звуку, Дб.				
	Частотна характеристика.				
	фільтри октавні	А	У	З	ЛИН
	45	30	35	50	50

Таблиця 6

**Еквівалентні значення рівня звуку вимірника ВШВ-003**

Перехідник	Еквівалентне значення рівня вібрації	
	Віброприскорення, $\text{м/с}^{-2}$	Віброшвидкість, $\text{мм/с}^{-1}$
	$4,10^{-2}$	0,07

Максимальне свідчення вимірника ВШВ-003 на частотній характеристиці ЛИН, при дії на нього гармонійних механічних коливань в діапазоні від 20 до 1000 Гц з віброприскоренням  $1,0 \text{ м/с}^{-2}$  в напрямі, що дає максимальне свідчення не більше 95 дБ, а в октавних фільтрах не більше 90 дБ.

Вимірник ВШВ-003 побудований за принципом перетворення звукових і механічних коливань досліджуваних об'єктів в пропорційні їм електричні сигнали, які потім посилюються за допомогою приладу вимірника (рис. 1).

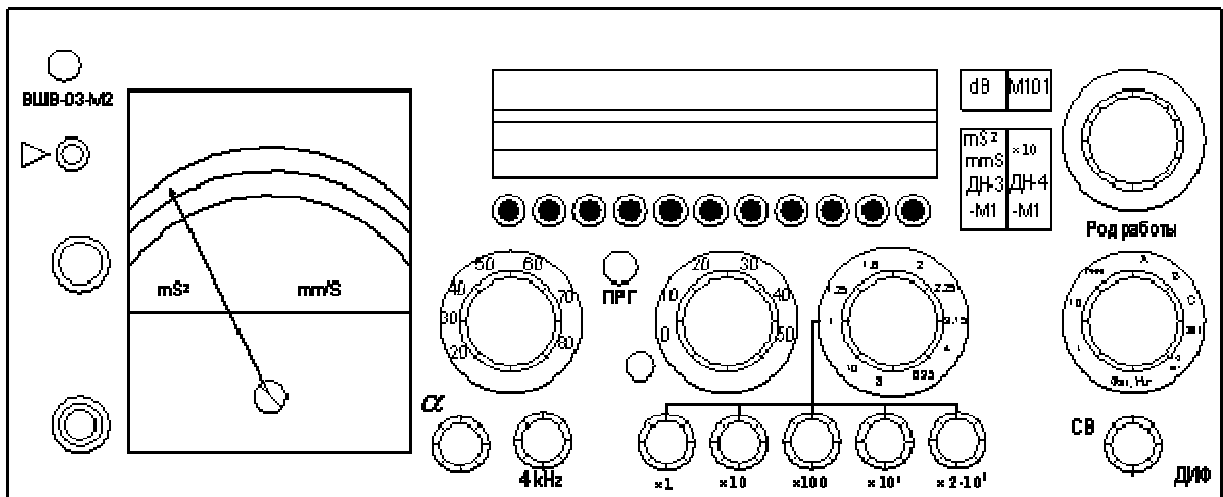


Рис. 1. Прилад ВШВ-003

Як перетворювач звукових коливань в електричні сигнали використовується капсуль М-101.

Як перетворювачі механічних коливань в електричні сигнали використовуються перетворювачі п'єзоелектричні вібровимірювальні ДН-3-М1 ДН-4-М1 (надалі – віброперетворювачі ДН-3-М1 і ДН-4-М1). Електричні сигнали, що знімаються з віброперетворювачів, пропорційні віброприскоренню коливального об'єкту.

При вимірюванні віброшвидкості сигнали, пропорційні віброприскоренню, перетворюються інтегруючим пристроєм, розташованим в приладі вимірника.

Електричні сигнали пропорційні віброшвидкості, віброприскоренню або звуковому тиску (залежно від роду вимірювань) посилюються трактом до величин, необхідних для нормальної роботи середньо квадратичного детектора, і потім поступають на показуючий прилад, проградуєований в децибелах середньо квадратичного детектора, і потім поступають на показуючий прилад, проградуєований в децибелах середніх квадратичних значень рівня звуку та віброприскорення, віброшвидкості в безрозмірних одиницях.

Для підтримки постійного коефіцієнта вимірювального тракту в приладі вимірника є генератор калібрувального сигналу.

Всі радіоелементи передпідсилювача мікрофонного ПМ-3 (надалі – передпідсилювач ПМ-3) розміщені на друкарській платі, яка розміщується в циліндровому корпусі. Циліндровий корпус передпідсилювача ПМ-3 закінчується кабелем завдовжки 5 м із спеціальним роз'ємом.

Вхідний роз'єм служить для з'єднання підсилювача ПМ-3 з капсулем М-101 при вимірюванні звукового тиску та з еквівалентом П-16 і перехідником 515, 282, 167 при електричних вимірюваннях.

Передпідсилювач ПМ-3 з'єднується з вимірювальним приладом кабелем.

Передпідсилювач ПМ-3 призначений для узгодження високоомного опору капсуля М-101 з вхідним опором приладу вимірника.

Коефіцієнт передачі, передпідсилювача ПМ-3 близький до одиниці, вхідний опір не менше 1,3 ГОм.

### **Контрольні питання**

1. Призначення приладу ВШВ – 003.
2. Які фізичні величини вимірює прилад ВШВ – 003?
3. Дія шуму на організм людини.
4. Дія вібрації на організм людини. Що є явищем вібрації?
5. Способи захисту від шуму.
6. Способи захисту від дії вібрації на людину.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

Тема: Дослідження освітленості виробничих приміщень

**Мета:** ознайомитися з роботою люкметра Ю-116, досліджувати освітленість на робочих місцях. Ознайомитися з нормами природного і штучного освітлення виробничих приміщень, провести розрахунок штучного освітлення.

Нормальна освітленість виробничих приміщень та особливо робочих місць забезпечує якнайкращі умови праці, сприяє його продуктивності. Під впливом світла прискорюються процеси вищої нервової діяльності, поліпшується настрій, підвищується загальна активність і діяльність дихальних органів. Недолік світла викликає напругу очей, уповільнює темп роботи, сприяє збільшенню помилок у виробничих процесах, аварій та нещасних випадків. Організація раціонального освітлення у виробничих приміщеннях та робочих місцях є важливим питанням охорони праці.

Хвилі променистої енергії, потрапляючи на сітчасту оболонку ока, сприймаються як світло. Людське око сприймає випромінювання з довжиною хвилі від 0,33 до 0,77 нм. Інфрачервоні і ультрафіолетові промені не сприймаються зоровим апаратом людини (видима промениста енергія оцінюється по світловому відчуттю і називається світловим потоком  $F$ , за одиницю світлового потоку прийнятий люмен (лм)). *Люмен* – потік світла, що випромінюється абсолютно чорним тілом з площі 0,63 м<sup>2</sup> при температурі твердіння платини.

За якістю освітлення приміщення судять по величині освітленості. Освітленість характеризує поверхневу щільність світлового потоку. За одиницю освітленості прийнятий люкс (лк). *Люксом* називається освітленість такої поверхні, на кожен метр якої рівномірно падає світловий потік люмен.

Освітленість розраховується по формулі :

$$E = \frac{F}{S},$$

де  $S$  – поверхня, на яку падає світловий потік, м<sup>2</sup>;

$F$  – світловий потік, падаючий на поверхню, лм.

У виробничих приміщеннях передбачається два види освітлення – природне освітлення в світлий час доби і штучне освітлення в темний час.

Природне освітлення може бути боковим, коли світло в приміщення через вікна в зовнішніх стінах; верхнім, коли світло поступає через світлові ліхтарі і заklenі отвори дахів; комбінованим, коли світло поступає через вікна і верхні ліхтарі.

Показником денного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КЕО), який визначається як процентне співвідношення освітленості в

даній точці приміщення та спостережуваної у той же час освітленості просто неба:

$$KEO = \frac{E_{вн}}{E_{зовн}} \cdot 100\% ,$$

де  $E_{вн}$  – освітленість усередині приміщення;

$E_{зовн}$  – зовнішня освітленість.

Норми освітлення (коефіцієнта природної освітленості) для робіт різної точності наведені в будівельних нормах і правилах (додаток А).

Штучне освітлення підрозділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне. Частина світильників того або іншого виду освітлення може використовуватися для чергового освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим (до загального додається місцеве).

Загальне освітлення застосовується для створення рівномірної освітленості всього приміщення. Підрозділяється воно на загальне рівномірне освітлення і на загальне локалізоване освітлення.

Як правило, на підприємствах живлення застосовується загальне освітлення виробничих приміщень. Якщо на робочих місцях необхідно створити високий рівень освітленості, застосовується комбіноване освітлення з місцевим. Комбіноване освітлення повинне застосовуватися на роздачі, в кондитерських цехах, при роботі з приладами, що вимагають постійного спостереження, в торгових залах кафе і ресторанах, на місцях касирів, в адміністративно-побутових приміщеннях.

Застосовувати у виробничих приміщеннях тільки місцеве освітлення не допускається.

Робоче освітлення обов'язково для всіх приміщень будівель, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходження людей і руху транспорту.

Норми штучного освітлення наведені у додатку Б.

*Циліндрова освітленість* – характеристика насиченості приміщення світлом.

*Показник дискомфорту* – критерій оцінки дискомфортного блиску, що викликає неприємне відчуття при нерівномірному розподілі яскравості в полі зору.

*Коефіцієнт пульсації освітленості* – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті змін світлового потоку газорозрядних ламп в часі при живленні їх змінним струмом.

Крім того, нормами передбачається коефіцієнт запасу, що враховує зниження КЕО і освітленості унаслідок забрудненості та старіння світлопрозорих заповнень світлових отворів, джерел світла (ламп) і світильників, а також зниження властивостей поверхонь приміщення, що відображають (розрахунковий коефіцієнт).

Аварійне освітлення передбачають у тому випадку, коли при відключенні робочого освітлення та викликаного цим порушення нормального обслуговування устаткування і механізмів можуть відбутися вибух, пожежа, отруєння їжею, тривале порушення технологічного процесу та ін. Найменша освітленість робочих поверхонь усередині будівель при аварійному освітленні повинна складати 5% робочого освітлення, але не менше 2 лк.

Евакуаційне освітлення призначається для евакуації людей і повинно забезпечувати найменшу освітленість на підлозі основних проходів і на ступенях драбин не менше 0,5 лк. Для евакуаційного освітлення можуть бути використані світильники аварійного освітлення.

На підприємствах громадського харчування числом місць більше 100 вихідні двері торгових залів забезпечують світловими покажчиками з написами «Вихід». Якщо число місць перевищує 200, аварійне освітлення передбачають в місцях виходу з виробничих і адміністративно-побутових приміщень.

Світильники аварійного освітлення приєднують до незалежного джерела живлення, а світильники для евакуації людей – до мережі не пов'язаної з робочим освітленням (починаючи від штату підстанції).

Екранне освітлення передбачається уздовж меж території, що охороняється в нічний час. Освітленість їх на рівні землі повинна бути 0,5 лк.

Для штучного освітлення застосовують, як правило, газорозрядні лампи (люмінесцентні, ртутні, ксенонові і ін.).

Якщо неможливо або техніко-економічно недоцільно застосовувати газорозрядні джерела світла, допускається використання ламп розжарювання.

На підприємствах живлення використовуються лампи розжарювання, а не газорозрядних ламп – тільки люмінесцентні.

### **Експериментальна частина**

Люксметр Ю-116 призначений для вимірювання освітленості, що створюється лампами розжарювання і природним світлом, джерела якого розташовані довільно щодо світлоприймача люксметра.

Переносний фотоелектричний люксметр Ю-116 загальнопромислового призначення застосовується для контролю освітлення в різних галузях народного господарства, а також при наукових дослідженнях.

Діапазон вимірювань і загальний номінальний коефіцієнт вживаних двох насадок (коефіцієнт перерахунку шкали) приведений в таблиці 1.

**Діапазон вимірювань та загальний номінальний коефіцієнт люксметра Ю-116**

№ з/п	Діапазон вимірювань, лк	Умовне позначення одночасно вживаних двох насадок на фотоелементі	Загальний номінальний коефіцієнт ослаблення вживаних двох насадок – коефіцієнт перерахунку шкали
1	5-30 17-100	Без насадок, з відкритим фотоелементом	1
2	50-300 170-1000	ДО, М	10
3	500-3000 1700-10000	ДО, Р	100
4	5000-30000 17000-100000	ДО, Т	1000

Шкали приладів нерівномірні, градуйовані в люксах. Одна шкала має 100 ділень, друга – 30 ділень.

Початкові значення діапазонів вимірювань на кожній шкалі відмічені крапкою.

Межі допустимої основної похибки люксметра в діапазоні вимірювань 5–30 і 17–100 лк (без насадок) відповідають  $\pm 10\%$  від вимірюваної величини.

Збільшення основної похибки при переході на діапазони вимірювань 50–300; 170–1000; 500–3000; 1700–10000; 5000–30000; 17000–100000 лк (з насадками) не перевищує 5% від вимірюваної величини.

Межі косинусної похибки люксметра, що припускається, відповідають величинам, вказаним в таблиці 2.

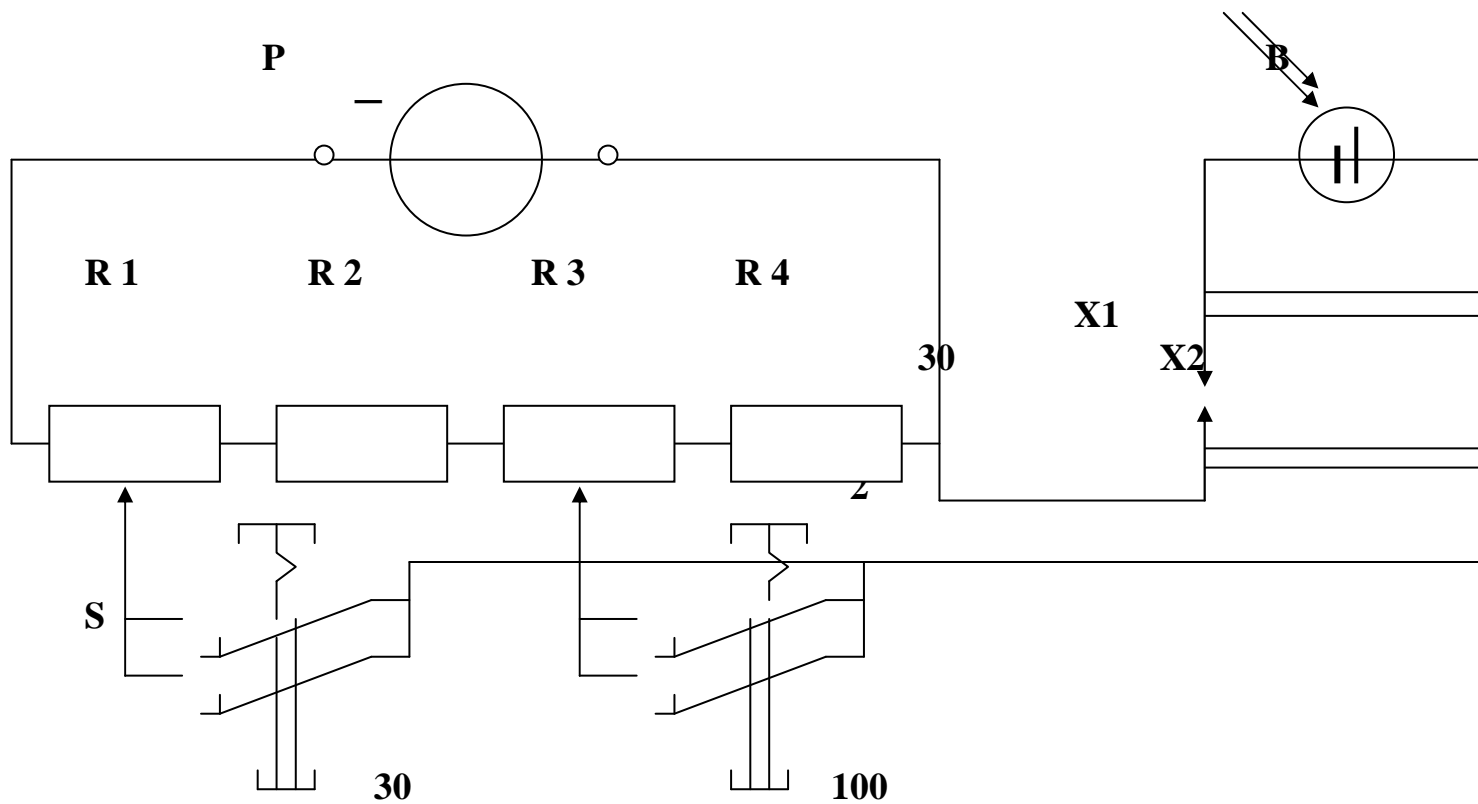
**Межі косинусної похибки люксметра**

№ п/п	Кут падіння світла, °	Межа косинусної похибки, що припускається, % від вимірюваної величини	
		з насадками	без насадок
1	60	$\pm 7$	10
2	80	$\pm 15$	не нормується

Час заспокоєння рухомої частини вимірника не перевищує 4с. Вимірювання свідчень люксметра, викликане відхиленням температури від 20°C до будь-якої температури в діапазоні від мінус 10 до плюс 35°C, не перевищує  $\pm 10\%$  від вимірюваної величини на кожні 10°C.

Люксметр складається з вимірника люксметра і окремого фотоелемента з насадками.

Принципова електрична схема люксметра приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Електрична схема люксметра: Y – фотоелемент; P – М 2027-5 прилад; X1 – розетка; X2 – вилка; S – перемикач.**



На передній панелі вимірника є кнопки перемикача та табличка зі схемою, що пов'язує дію кнопок і використовуваних насадок з діапазонами вимірювань, приведені в таблиці 1.

Прилад магнітоелектричної системи має дві шкали: 0–100 і 0–30. На кожній шкалі крапками відмічений початок діапазону вимірювань: на шкалі 0–100 крапка знаходиться над відміткою 17, на шкалі 0–30 крапка знаходиться над відміткою 5. Прилад має коректор для установки стрілки в нульове положення.

На боковій стінці корпусу вимірника розташована вилка для приєднання селенового фотоелемента.

Селеновий фотоелемент знаходиться в пластмасовому корпусі та приєднується до вимірника шнуром з розеткою, що забезпечує правильну полярність з'єднання. Довжина шнура – 1,5 м.

Світлочутлива поверхня елемента складає близько 30 см<sup>2</sup>.

Для зменшення косинусної похибки застосовується насадка на фотоелемент, що складається з півсфери, виконаної з білої світлорозсіювальної пластмаси, і непрозорого пластмасового кільця, що має складний профіль. Насадка позначена буквою До, нанесеною на її внутрішню сторону. Ця насадка застосовується не самостійно, а разом з однією з трьох інших насадок, що мають позначення М, Р, Т.

Кожна з цих трьох насадок разом з насадкою утворює три поглиначі з коефіцієнтом ослаблення 10, 100, 1000 та застосовується для розширення діапазону вимірювань.

Люксметр градується без насадок та на діапазонах вимірювань 5–30 лк і 17–100 лк має найменшу похибку вимірювання, рівну ±10%.

### Порядок виконання роботи

1. Встановити на фотоелемент насадку КМ.
2. Натиснути праву кнопку люксметра і провести вимір освітленості усередині приміщення (вимір проводиться в 5-ти напрямках: північ, південь, захід, схід і 5-тий напрям – фотоелемент розташований на робочому столі)  $E_{\text{вн. ср.}}$  вимірюємо по формулі:

$$E_{\text{вн. ср.}} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{5},$$

де  $E_{\text{вн. ср.}}$  – освітленість внутрішня середня;

$E_1, E_2, E_3, E_4, E_5$  – показники освітленості в різних напрямках.

3. Якщо стрілка не доходить до точки відліку, натисніть ліву кнопку люксметра та проведіть вимірювання.

4. Встановити на фотоелемент насадку КМ, при ясній погоді встановлюється насадка КР.

5. Натиснути праву кнопку люксметра і провести зовнішній вимір освітленості (фотоелемент приставляється до вікна в одному напрямі), знімаємо свідчення приладу ( $E_{\text{зовн.}}$ )

6. Якщо стрілка не доходить до точки відліку, натисніть ліву кнопку люксметра та проведіть вимірювання.

7. За допомогою одержаних в пунктах 1-6 визначаємо КЕО за формулою:

$$КЕО = \frac{E_{вн}}{E_{зовн}} \times 100\%$$

де КЕО – коефіцієнт природної освітленості;

$E_{вн}$ . – освітленість усередині приміщення;

$E_{зовн}$ . – зовнішня освітленість.

8. Висновки за величиною КЕО записуємо за додатком А.

9. Висновки за  $E_{вн.ср.}$  записуємо за додатком Б.

10. Далі проводимо вимір штучного освітлення. Встановити на фотоелемент насадку КМ.

11. Натиснути праву кнопку люксметра та провести вимір при мінімальному освітленні (встановлюємо реостат на мінімальне положення). Вимикаємо одну електричну лампу

12. Якщо стрілка не доходить до точки відліку, натисніть ліву кнопку люксметра і проведіть вимірювання.

13. Послідовно проведіть процедуру вимірювання освітленості при використанні двох і потім трьох електричних ламп.

14. Проведіть вимірювання, що вказані в пунктах 11–13, з послідовним використанням насадок КР і КТ.

15. Переведіть реостат на велику освітленість.

16. Послідовно проведіть процедуру вимірювання освітленості при використанні насадок КМ, КР і КТ.

### Зміст звіту

Результати роботи оформити у вигляді таблиці 3 та написати висновки: визначивши КЕО, порівняйте його з рекомендованим КЕО (додаток 1) та визначте вид роботи; при вимірі освітленості електричних ламп, в їх величинах будуть розбіжності, необхідно вказати основні причини розбіжності свідчень.

Таблиця 3

### Оформлення результатів роботи

Положення реостату	Насадки	Освітленість		
		Одна лампа	Дві лампи	Три лампи
Недостатня освітленість	КМ			
	КР			
	КТ			
Збільшена освітленість	КМ			
	КР			
	КТ			

### **Контрольні питання**

1. Які існують види освітлення?
2. Наведіть джерела освітлення.
3. Перерахуйте ознаки, які визначають якість освітлення.
4. Принцип роботи люксметра.
5. Назвіть недоліки та переваги люмінесцентних ламп

**Норми коефіцієнта природної освітленості  
для приміщень виробничих будівель**

Розряди робіт	Характер роботи, що виконується в приміщенні, види робіт за ступенем точності	Норми КЕО, %		
		Розміри об'єкта розрізнення, мм	$E_{\text{ср.}}$ при верхньому та кімнатному освітленні	$E_{\text{мін.}}$ при боковому освітленні
I	Особливо точні роботи	0,1 и менше	10	3,5
II	Роботи високої точності	0,1–0,3	7	3
III	Точні роботи	0,3–1	5	1,5
IV	Роботи малої точності	1–10	3	1
V	Роботи, що вимагають загального спостереження за ходом виробничого процесу без виділення окремих деталей	більше 10	1	0,25

**Додаток Б**

**Норми штучного освітлення**

Приміщення	Площина нормованого освітлення і КЕО, висота площини над підлогою, Г – горизонтальна	Штучне освітлення				Природне освітлення		
		Освітленість робочої поверхні, лк	Циліндрична освітленість, лк	Показник дискомфорту, не більше	Коефіцієнт пульсації освітленості, % не більше	КЕО %		
						при верхньому або боковому освітленні	при доковому освітленні	
						у зоні зі стійким сніговим покривом	на іншій території	
Обідні зали, буфети	Г – 0,8	200	75	60	15	2	0,4	0,5
Роздаточні	Г – 0,8	300	-	40	15	3	0,8	1
Гарячі цехи, холодні цехи, доготівельні і заготівельні цехи	Г – 0,8	200	-	60	15	3	0,8	1
Мийні кухонного і столового посуду, приміщення для нарізки хліба, кабінет завідуючого виробництвом	Г – 0,8	200	-	60	20	2	0,4	0,5
Кондитерські цеха і приміщення для борошняних виробів	Г – 0,8	300	-	40	15	3	0,8	1
Мийні тари напівфабрикатів	Г – 0,8	150	-	60	20	-	-	-
Комори тари	Г – 0,8	75	-	-	-	-	-	-
Експедиції	Г – 0,8	100	-	60	-	-	0,8	1

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

### Тема: Дослідження поглинання теплових випромінювань нагрітими плитами

**Мета:** навчання студентів визначенню інтенсивності теплових випромінювань.

По фізичній природі інфрачервоні випромінювання мають хвилеві (довжина хвилі 0,78–540 мкм) та квантові властивості. Генератором інфрачервоних випромінювань є будь-яке тіло, температура якого вище абсолютного нуля. За законом Стефана-Больцмана інтегральна щільність випромінювання, Вт/м<sup>2</sup>, абсолютно чорного тіла пропорційна ступеню (4-ого) його абсолютної температури:

$$q = K_c \cdot T^4,$$

де  $K_c = 5,67 \cdot 10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup> гр<sup>4</sup> – універсальна стала Стефана;

T – абсолютна температура випромінюваного тіла, К.

З підвищенням температури тіла змінюється спектральний склад його випромінювання. Чим вища температура тіла, тим коротше довжина хвилі максимального випромінювання. За законом Вина можна визначити, в якій частині спектру знаходиться максимум його випромінювання, м:

Інфрачервоне випромінювання підрозділяється на три області:

A – довжина хвилі від 0,78 до 1,4 мкн;

У – довжина хвилі від 1,4 до 3,0 мкн;

З – довжина хвилі від 3,0 мкн до 1 мм.

Промені області A мають велику проникність і позначаються, як короткохвильові, B – середньохвильові та З – довгохвильові.

Нагріті тіла віддають своє тепло менш нагрітим тілам наступними способами: теплопровідністю, тепловипромінюванням і конвекцією. Остання визначається в основному рухливістю повітряного середовища і різницею температур поверхні тіла та повітря.

Дослідження і розрахунки показують, що не менше 60% всього тепла, що втрачається, розповсюджується в навколишнє середовище випромінюванням. Промениста енергія, проходячи без втрати в простір, що відокремлює одне тіло від іншого, знову перетворюється на теплову енергію в поверхневих шарах опромінюваного тіла.

Теплова енергія передається людському організму теплопровідністю, конвекцією та випромінюванням. Випромінюванням передається близько 60% теплової енергії.

Працівники громадського харчування, що знаходяться поблизу нагрітих плит і інших видів теплового устаткування, піддаються тепловим опромінюванням.

Інфрачервона енергія, потрапляючи на тіло людини, впливає перш за все на незахищену його частину (обличчя, руки, шию, груди), причому,

якщо конвективне тепло впливає, в основному, на зовнішні шкірні покриви, то інфрачервоне випромінювання проникає на деяку глибину в тканині.

При тривалому перебуванні людини в зоні інфрачервоного випромінювання, як і при систематичній дії високої температури, відбувається різке порушення теплового балансу в організмі. Порушується робота терморегулюючого апарату, посилюється діяльність серцево-судинної та дихальної систем, посилюється потовиділення, відбуваються втрати потрібних організму солей. Втрати організмом солей позбавляють кров здатності утримувати воду, що приводить до швидкого виділення з організму знов випитої рідини. Збіднення організму водою викликає згущування крові, погіршує живлення тканин і органів. Порушення водно-сольового балансу викликає так звану судорожну хворобу, що характеризується появою різких судом, переважно в кінцівках. Порушення теплового балансу викликає захворювання, зване тепловою гіпертермією, або перегрівом. Це захворювання характеризується підвищенням температури тала, що досягають у важких випадках 40...41°C і вище, рясним потовиділенням, значним почастішанням пульсу та дихання, різкою слабкістю, запамороченням, зміною зорових відчуттів, шумів у вухах і втратою свідомості.

Інфрачервоне випромінювання, впливаючи на очі, може викликати деякі патологічні зміни: кон'юнктивіти, помутніння та васкуляризацію рогівки, депігментацію радужки, спазму зіниць, помутніння кришталика, облік сітківки і хороирентинит («снігову сліпоту»).

Щільність поточковипромінювання 280–560 Вт/м<sup>2</sup> викликає малопомітне теплове відчуття, яке людський організм здатний переносити порівняно довгий час. При щільності потоку випромінювання 560–1050 Вт/м<sup>2</sup> настає межа переносимості. Згідно діючим санітарним нормам допустима щільність потоку інфрачервоного випромінювання не повинна перевищувати 350 Вт/м<sup>2</sup>. Тривалість перебування в зоні дії інфрачервоного випромінювання залежить від його інтенсивності (табл. 1).

Таблиця 1

**Тривалість нешкідливого перебування людини  
в зоні дії інфрачервоного випромінювання**

Щільність потоку випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>	Час перебування, с
280-560	Робочий день
560-1050	180–300
1050-1600	40–60
1600-2100	20–30
2100-2800	12–24
2800-3500	8–10
Більше 3500	2–5

Для вимірювання щільності потоку випромінювання на робочому місці застосовують актинометрії – прилади, які дозволяють вимірювати щільність потоку інфрачервоного випромінювання в діапазоні від 0 до 14 Вт/м<sup>2</sup>.

Щільність потоку випромінювання, Вт/м<sup>2</sup>, в даній крапці визначається по формулі:

А) при

$$r \geq \sqrt{S} \quad q_0 = \frac{0,91 \times S \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{r^2}$$

Б) при

$$r < \sqrt{S} \quad q_0 = \frac{0,91 \times \sqrt{S} \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{r}$$

де S – площа випромінюваної поверхні, м<sup>2</sup>;

T<sub>1</sub> – температура випромінюваної поверхні, К;

T<sub>2</sub> – температура поверхні, що сприймає променисту енергію, К; для шкіри людини (T<sub>2</sub>:100)<sup>4</sup>=85 К;

r – відстань від джерела випромінювання, м.

Методи захисту від ІЧ-випромінювання: захист часом, захист відстанню, усунення джерела тепловиділення, теплоізоляція, екранування або охолодження гарячих поверхонь, забезпечення тепловіддачі тіла людини і індивідуальні засоби захисту. Захист часом передбачає обмеження часу перебування робочого в зоні дії інфрачервоного випромінювання (табл. 1). Відстань, відповідна допустимій щільності потоку інфрачервоного випромінювання залежно від тривалості перебування в робочій зоні, визначається з виразу (А, Б).

Потужність інфрачервоного випромінювання можна понизити за рахунок конструкторських і технологічних рішень (заміною нагріву виробів в нагрівальних печах індукційним нагрівом і ін.), і за рахунок покриття поверхонь, що нагріваються, теплоізолюючими матеріалами.

Якщо теплоізоляція неможлива, то захист від прямої дії інфрачервоного випромінювання здійснюється екрануванням. Екрани можуть бути непрозорими, напівпрозорими, прозорими. У свою чергу вони підрозділяються на тепловідбивні, тепловідвідні та теплопоглинальні, стаціонарні та нестаціонарні.

В даній час широко застосовуються екрани, виконані у вигляді щільної сітки з рухомими петлями або із спеціальних штампованих плоских ланцюжків, а також із звичайних дрібних ланцюгів, підвішених проти випромінюваного отвору в один або декілька рядів.



Застосовують прозорі водяні завіси у вигляді суцільної тонкої водяної плівки, що утворюється при рівномірному стіканні води з гладкої поверхні. Вода є активним поглиначем інфрачервоних випромінювань. Найбільш сильне поглинання спостерігається в діапазоні довжин хвиль 1,5–6 мкм. Шар води завтовшки 1 мм повністю поглинає частину спектру з  $\lambda > 3$  мкм, а шар води 10 мм  $\lambda > 1,5$  мкм. Таким чином вода, вживана в тепловідвідному екрані, повинна мати шар декілька міліметрів. Проте при цьому короткохвильове випромінювання високотемпературних джерел не буде поглинатися.

Розрахунок водяної завіси побудований на принципі ослаблення інфрачервоного випромінювання при проходженні через каламутне середовище з певними оптичними показниками. Рівняння поглинання променистої енергії якого-небудь середовища має вигляд:

$$q_x = q_0 \cdot e^{-bx},$$

де  $q_x$  і  $q_0$  – енергія променистого потоку в даній точці відповідно за наявності і відсутності завіси, Вт/м<sup>2</sup>;

$e$  – основа натурального логарифма = 2,718;

$b$  – коефіцієнт ослаблення потоку каламутним середовищем (для води 1,3 мм);

$x$  – товщина завіси, мм.

З цього рівняння можна визначити товщину завіси, при якій забезпечується допустима щільність потоку інфрачервоного випромінювання:

$$x = \frac{\ln q_x / q_{\text{доп}}}{b},$$

де  $q_{\text{доп}}$  – допустима щільність потоку інфрачервоного випромінювання;

$q_x$  – енергія променистого тепла в даній точці.

Перегрів людини попереджають раціональним питним режимом, режимом праці і гідропроцедурами. Спецодяг виготовляється з незаймистого, стійкого проти інфрачервоного випромінювання, м'якого і повітропроникного матеріалу (тканина з металевим покриттям відображає до 90% інфрачервоного випромінювання). Для захисту очей призначені спеціальне скло – світлофільтр в окулярах, щитках. Рекомендовані світлофільтри із спеціального жовто-зеленого або синього скла.

### Експериментальна частина

Прилади та устаткування: актинометрія (ЭТМ), плита з нагрівальними тенами, ватметр, автотрансформатор.

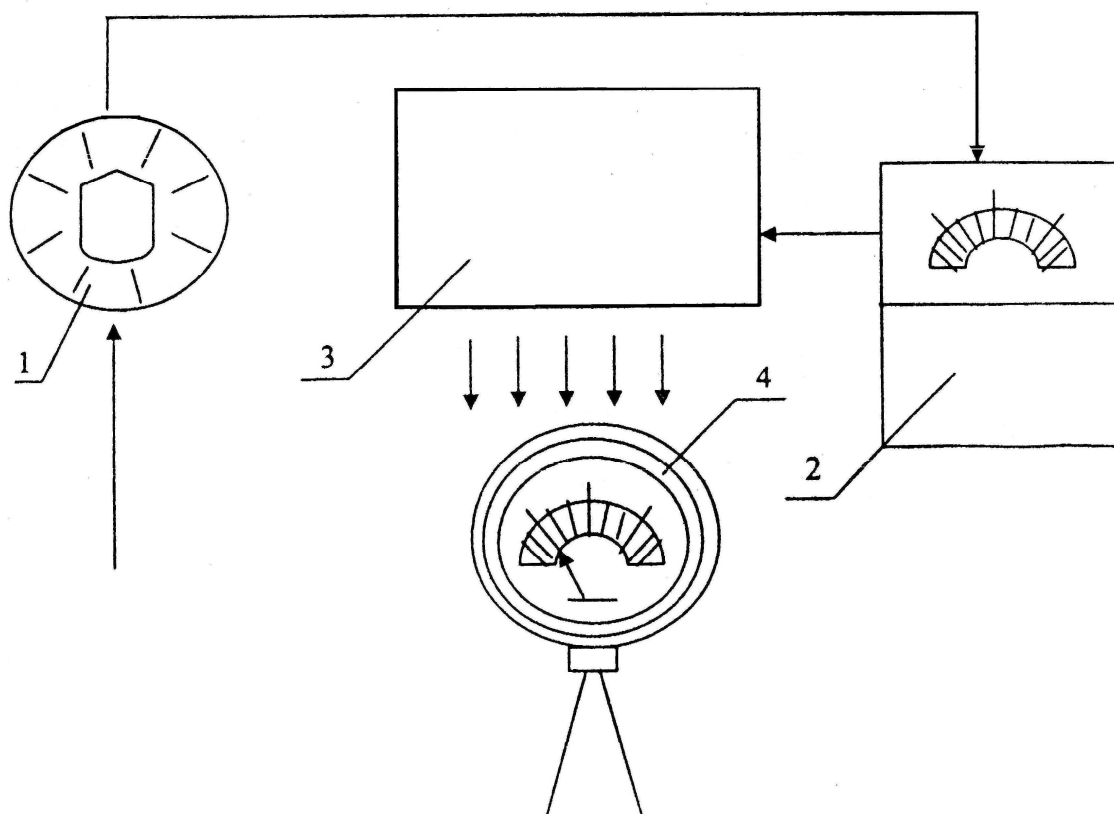
Установка складається з джерела теплового випромінювання – плита з тенами розташованих так, щоб створювати тепловий потік перпендикулярний до площини датчика.

Актинометрія розташована перед джерелом теплового випромінювання так, щоб тепловий потік був перпендикулярним до поверхні датчика актинометрії.

У схему лабораторної установки входить ватметр, за допомогою якого вимірюється потужність, подана на джерело теплового випромінювання.

Потужність регулюється за допомогою автотрансформатора, включеного в схему лабораторної установки.

В даний час широко використовуються актинометрії типу ЕТМ конструкції Ленінградського інституту гігієни праці (рис. 1). Прилад має широкий діапазон свідчень, портативний, простий в установці, малоінертний. Його пристрій заснований на принципі термоелектричного ефекту. Якщо в замкнутому електричному ланцюзі, що складається з двох різних металів, місця контактів мають різну температуру, то в ланцюзі виникає термоелектричний струм, сила якого пропорційна різниці температур на термоспаях.



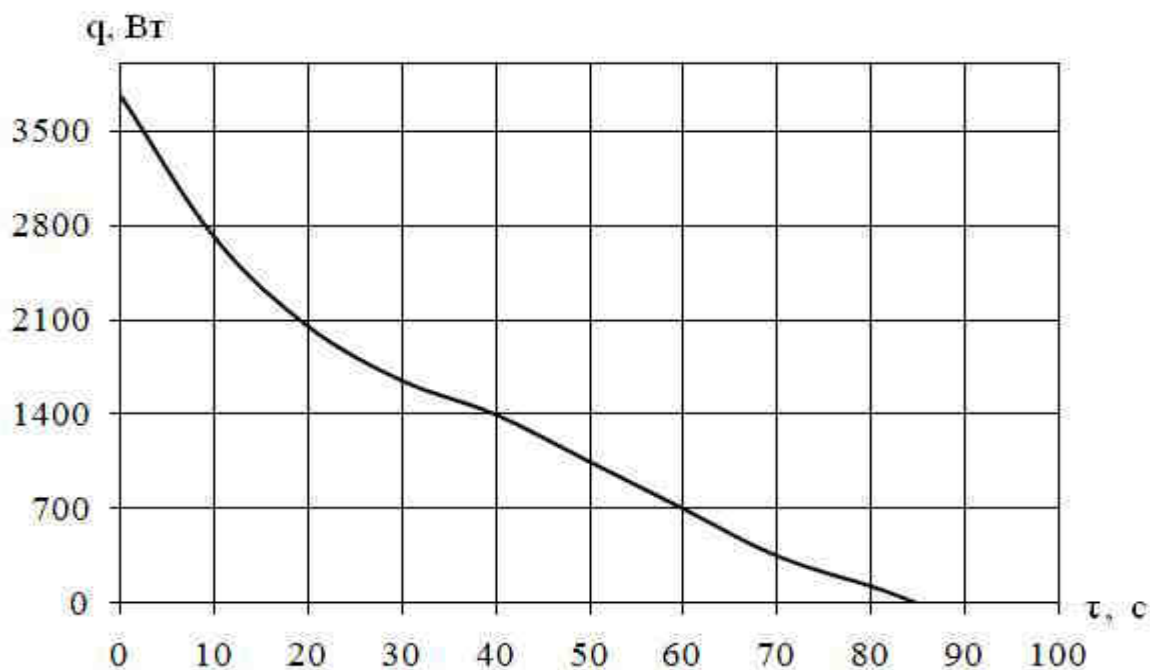
**Рис. 1. Схема установки для заміру теплового випромінювання:  
1 – автотрансформатор; 2 – ватметр; 3 – джерело тепла;  
4 – актинометр**

У якості термоприймача в описуваній актинометрії використана термобатарея – пластина, що складається з ряду термоелементів, сполучених між собою спаями білого та чорного кольору (по черзі). При дії на таку пластину теплового випромінювання спаї набувають різної

температури унаслідок поглинання променистого тепла чорним квадратиком і віддзеркалення його білим. Через різницю температур в батареях виникає термоелектричний струм, вимірюваний в приладі гальванометром, шкала якого градуйована в межах інтенсивності випромінювання від 0 до 20 кал/(хв. см<sup>2</sup>).

### **Порядок виконання роботи**

1. Ознайомитися з функціональною схемою та методикою проведення лабораторної роботи.
2. Вивести автотрансформатор на нуль.
3. Включити загальний вмикач схеми.
4. На ватметрі включити межу вимірювання 300 Вт (червона клавіша).
5. Включити джерело тепла, для чого повернути ручку вимикача джерела проти годинникової стрілки до клацання, при цьому повинна зажевріти червона лампочка.
6. По ватметру за допомогою трансформатора встановити потужність джерела тепла 300 Вт (по ватметру 30 ділень).
7. По закінченню 1 хв відкрити кришку датчика актинометрії і заміряти теплову радіацію протягом 2–3 с. Записати свідчення актинометрії, закрити кришку датчика актинометрії.
8. По ватметру встановити 60 і 90 ділень, що відповідає 600 і 900 Вт потужності джерела і повторити вимірювання.
9. Вимірювання повторити, коли тепловий потік перпендикулярний площині датчика актинометрії під кутом 45° і 10°.
10. Побудувати залежність значення радіації від потужності.
11. Побудувати залежність значень теплової радіації від кута падіння теплового потоку на площину датчика актинометрії.
12. Порівняти дані вимірів з нормативними даними, приведеними в табл. 1 і на рис. 1, відзначити відстань, на якій перевищується нормативний показник.



**Рис. 1. Графік загасання теплових випромінювань**

Примітка: свідчення актинометрії при перекладі у  $\text{Вт/м}^2$  відповідатимуть  $1 \text{ кал}/(\text{см}^2 \text{ хв}) - 700 \text{ Вт/м}^2$ .

13. По побудованому графіку (рис. 2) і табл. 1 визначити допустиму тривалість знаходження того, що працює у плити на відстані 30 см і 60 см.

### Зміст звіту

Написати висновки, підрахувавши потужність теплового випромінювання (табл. 2) по формулі робимо висновок про можливість роботи при даній величині теплового випромінювання; за даними табл. 3 будуємо графік загасання теплових випромінювань, по величині теплових випромінювань робимо висновок про можливість роботи при даних значеннях теплових випромінювань.

Таблиця 2

### Потужність теплового вимірювання

Для експерименту	Для розрахунку		
Відстань від випромінювача до актинометрії, м	Відстань від випромінювача до робочого місця, м	Площа випромінюючої поверхні, $\text{м}^2$	Температура випромінюючої поверхні, К
1	2	3	4

Таблиця 3

### Практична зміна теплового випромінювання

№ з/п	Потужність, Вт	Показання приладу, $\text{кал}/(\text{хв см}^2)$	Теплове випромінювання, $\text{Вт/м}^2$	Висновки
1	300 600			

	900			
--	-----	--	--	--

### Контрольні питання

1. Яка мета роботи?
2. Які способи передачі теплової енергії?
3. Яка частка теплової енергії передається випромінюванням?
4. На яку небезпеку наражаються робочі, що знаходяться поблизу нагрітих тіл?
5. Які дії на людину надають теплові випромінювання?
6. Що таке тепловий потік?
7. Що таке інтенсивність випромінювання?
8. У яких одиницях вимірюється інтенсивність випромінювання?
9. Чому рівна допустима інтенсивність опромінювання по СН 245-71?
10. Які способи захисту від теплового випромінювання?
11. Який із способів захисту від теплового випромінювання найбільш поширений?
12. Як вимірюється інтенсивність випромінювання із збільшенням відстані до джерела?
13. Як вимірюється інтенсивність випромінювання із збільшенням площі випромінюючої поверхні?
14. Як вимірюється інтенсивність випромінювання із збільшенням температури джерела?
15. Яким приладом вимірюється інтенсивність теплового випромінювання?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

### Тема: Дослідження захисних заземлюючих пристроїв

**Мета:** ознайомитися з причинами і фізичною природою електроураження людини; ознайомитися з пристроєм і основними характеристиками захисного заземлення; одержати навички практичного розрахунку заземлюючих пристроїв; дослідити ефективність дії захисного заземлення в мережі з ізольованою нейтраллю та при подвійному замиканні на землю; дослідити ефективність дії захисного заземлення в мережі із заземленою нейтраллю та при подвійному замиканні на землю.

Причини ураження електричним струмом різноманітні і чисельні, при цьому в мережі напругою до 1000 В їх можна розділити на такі основні види:

- випадковий дотик до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;
- дотик до неструмоведучих частин електроустановок, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції або іншої несправності;
- попадання під напругу під час проведення ремонтних робіт на відключеному електроустаткуванні через його помилкове включення;
- попадання під крокову напругу, що виникла на ступнях людини, поблизу електричного дроту, що замкнув на землю.

Будь-яке з перерахованих видів ураження можливе тільки тоді, коли людина стає елементом замкнутого електричного ланцюга, в якому по її тілу протікає струм небезпечної величини.

Чинники, що визначають небезпеку ураження, розділяються на 3 групи: чинники електричного характеру, чинники неелектричного характеру, чинники навколишнього середовища.

До чинників електричного характеру відносяться: напруга, наближена до тіла людини, режим нейтралі джерела живлення, струм, рід і частота струму, опір ізоляції, місткість фаз щодо землі, опір тіла людини, опір ґрунту в електричному ланцюзі, що виник у момент ураження людини.

Основним критерієм ступеня електроураження є величина протікаючого по тілу людини струму ( $I_d$ ). Граничні значення струму наведені в табл. 1.

## Граничні значення струму

Види граничних струмів	Величина граничного струму, мА	
	Змінний струм	Постійний струм
Відчутний струм	0,6–1,5	5–7
Невідпускаючий струм	10–15	50–80
Фібриляційний струм	100	300

Розрізняють однофазний (рис. 1) і двофазний (рис. 2) дотики людини (для постійного струму прийняті терміни, відповідно «однополюсний» і «двополюсний» дотики). Найбільше число уражень відбувається при однофазному (однополюсному) дотику, при цьому 70–80% з них закінчується летально (у мережах 380/220 В).

Найбільшу небезпеку складає двофазний (двополюсний) дотик, який за статистикою електротравм виникає рідко.

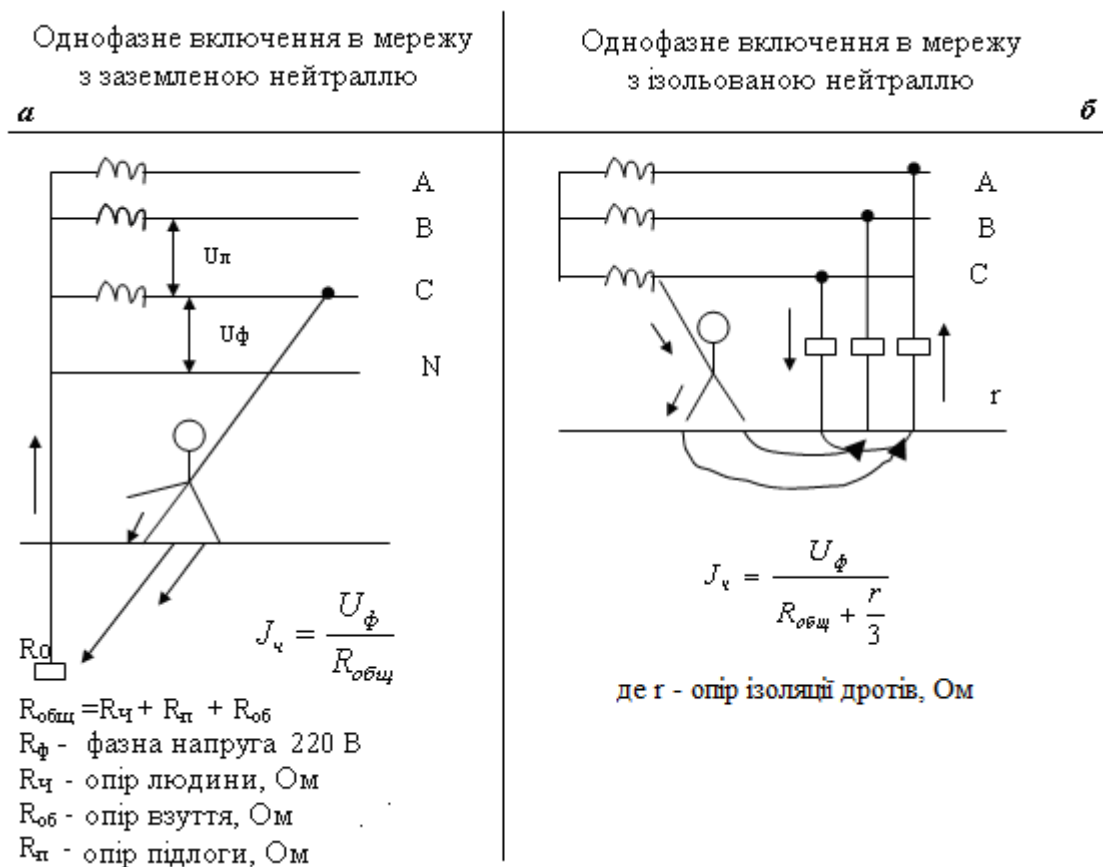


Рис. 1. Однофазне включення людини в мережах

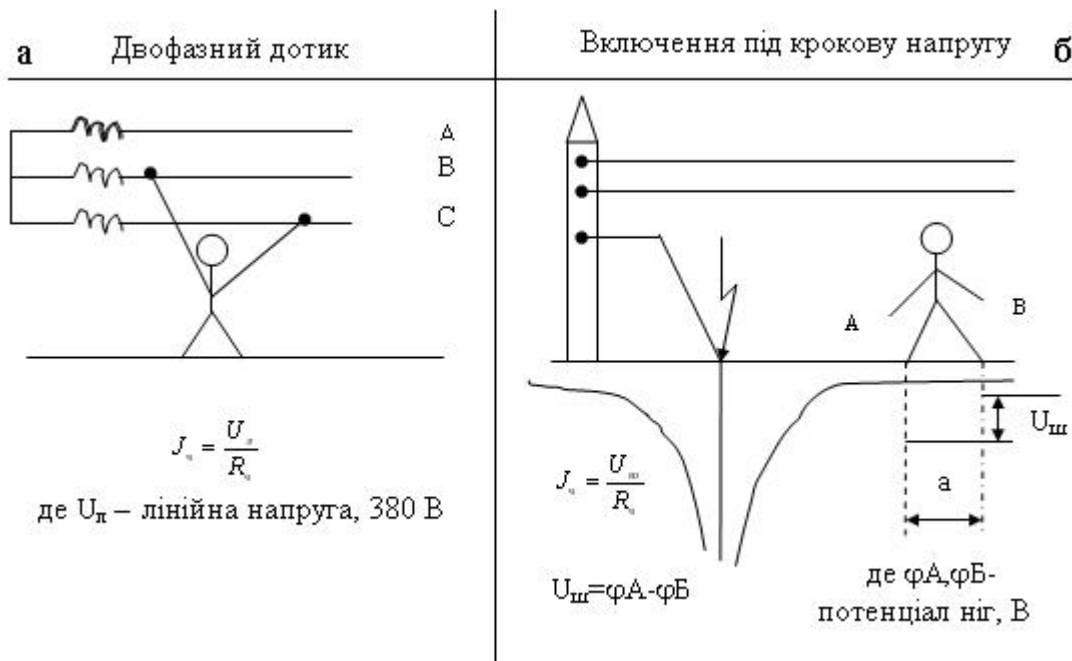
Залежно від необхідних заходів безпеки застосовують 2 режими нейтралі джерела живлення електроустановок, у зв'язку з чим розрізняють електричні мережі:

- із заземленою нейтраллю;
- з ізолюваною нейтраллю.

При будь-якому електроураженні величина протікаючого через тіло людини струму  $I_{\text{ч}}$  обумовлена відповідно до закону Ома прикладеною до тіла напругою і сумарним опором електричного ланцюга в замкнутому контурі. На рис. 1 і рис. 2 шлях струму в контурі позначений стрілками.

Як видно з рис. 1 а, в мережі із заземленою нейтраллю (ЗН) струм протікає наступним чином: фаза-людина-земля-нейтраль-фаза. Величина струму при цьому розраховується за формулою наведеною на рис. 1 а.

У мережах з ізольованою нейтраллю (ІН) (рис. 1 б) струм протікає по «шляхам витоку»: фаза-земля-ізоляція непошкоджених фаз (активний і місткісний опір) – фаза.



**Рис. 2. Двофазне включення людини в мережах**

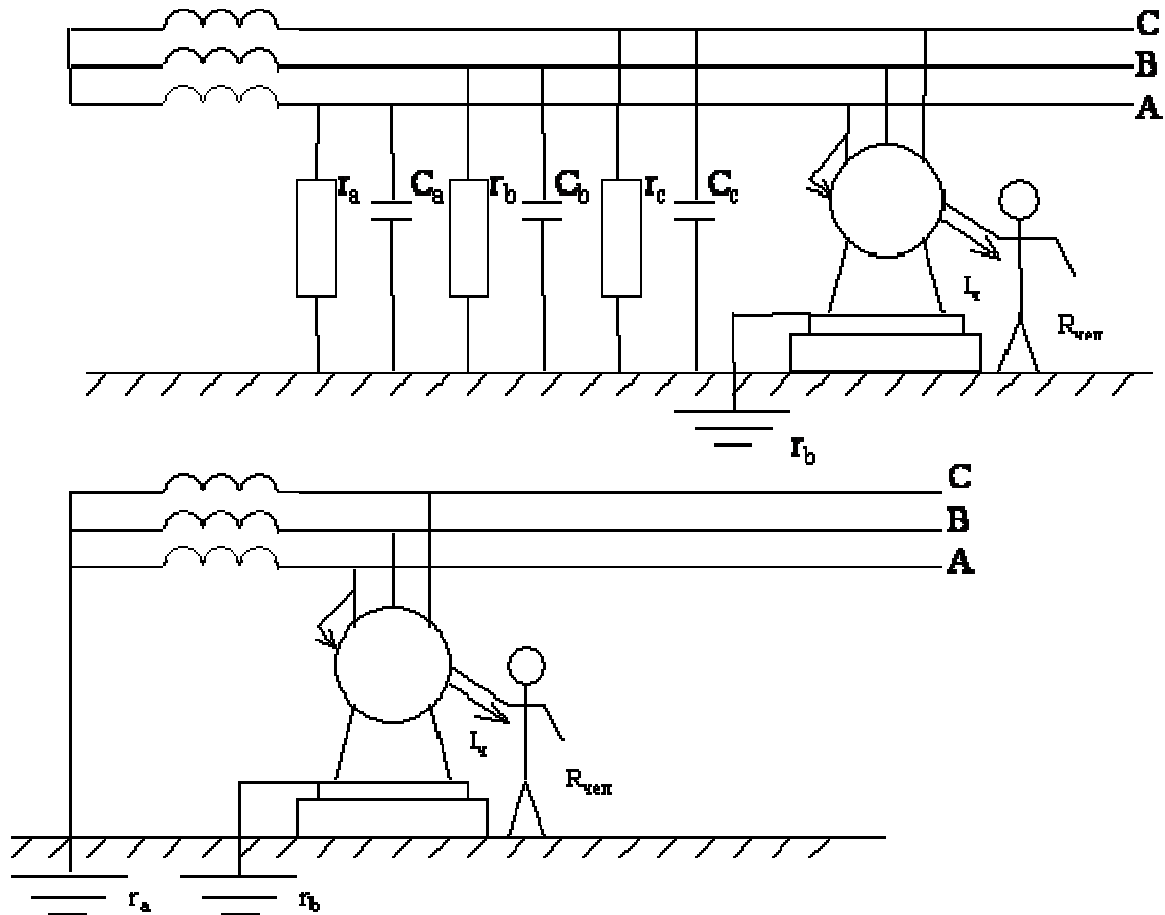
Напруга між двома точками ланцюга струму, яких одночасно торкається людина, називається напругою дотику  $U_{\text{дот}}$ . Частим випадком цього положення є крокова напруга, тобто напруга між двома точками ланцюга струму, що знаходяться одна від одної на відстані кроку, на яких одночасно стоїть людина.

Іноді виникає помилкове уявлення, ніби «струм йде в землю». Необхідно засвоїти, що струм може мати місце виключно в замкнутому контурі, тобто в електричному ланцюзі, і земля є лише струмопровідним елементом цього ланцюга. Людина, дроти, заземлювачі, обмотки джерела живлення, ізоляція дротів також є елементами електричного ланцюга.

Захисним заземленням електроустановки називається навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою. Захисна дія заземлення заснована на зниженні напруги дотику під час переходу напруги на струмоведучі частини, що досягається зменшенням різниці



потенціалів між корпусом електроустановки і землею як за рахунок малого опору заземлення, так і за рахунок підвищення потенціалу примикаючої до устаткування поверхні землі. Струм замикання завдяки цьому перерозподіляється між заземлювачем і людиною обернено пропорційно до опорів, унаслідок чого на людину доводиться безпечна його частина. Схема роботи захисного заземлення показана на рис. 3.



**Рис. 3. Схема захисного заземлення**

Захисне заземлення застосовується в трифазній трипровідній мережі напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю і вище 1000 В з будь-яким режимом нейтралі (у чотирьохпровідних трифазних мережах із заземленою нейтраллю напругою до 1000, у якості захисних заходів, в більшості стаціонарних установок, застосовують занулення). Розрізняють захисне (до 1000 В) і контурне (понад 1000 В) заземлення.

Захисне заземлення електроустановок необхідно застосовувати в наступних випадках:

- при напрузі 380 В і вище – змінного і 440 і вище – постійного струмів у всіх випадках;
- при напрузі 42–380 В – змінного і 110–380 – постійного струмів, при роботах в умовах з підвищеною небезпечністю і особливо небезпечних.

- у вибухонебезпечних приміщеннях при всіх напругах постійного і змінного струмів.

У стаціонарних мережах з ізольованою нейтраллю напругою до 1000 В опір захисного заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Заземляючим пристроєм називається сукупність заземлювача (металевих провідників, що контактують з ґрунтом) і заземлюючих провідників, що сполучають заземлені частини електроустановки із заземлювачем.

Заземлювачі бувають двох видів: природні і штучні. До природних відносяться різні металоконструкції, що мають хороший контакт з ґрунтом: арматура залізобетонних конструкцій, трубопроводи (для негорючих рідин і газів), металеві оболонки кабелів, обсадні труби і т.д. Штучні заземлювачі частіше виконують у вигляді вертикальних електродів, зв'язаних горизонтальним електродом. Вертикальні електроди виконують у вигляді сталевих стрижнів (діаметром 10–14 мм і завдовжки 5 м і більше) або у вигляді куточків (розміром 40x40 до 60x69 мм і завдовжки 2,5–3 м). У якості горизонтальних електродів використовують смугову сталь (перетином не менше 4x12 мм) або прутки (діаметром не менше 6 мм). Електроди сполучають між собою та із заземлювачами шляхом зварювання, а з корпусами устаткування, що заземлюється – за допомогою болтів.

Така система застосовується тому, що заземлювач, як правило, має достатньо великий опір. Опір заземлення великою мірою залежить від питомого опору ґрунту  $\rho_r$  (Ом/м).

Питомий опір ґрунту – це опір одного кубічного метра ґрунту, до протилежних граней якого прикладені вимірювальні електроди. Питомий опір ґрунту залежить від його структури, вологості, вмісту розчинних солей, а також від пори року. Найбільша величина питомого опору спостерігається в північних районах при промерзанні ґрунту і влітку в посушливих районах, коли ґрунт найбільш сухий.

Контроль заземлюючих пристроїв проводять перед введенням їх в експлуатацію і щорічно (при найбільшому підсиханні і найбільшому промерзанні ґрунту).

Слід зазначити неприпустимість застосування одночасно для одних електроустановок заземлення, а для інших – занулення.

Метою розрахунку штучного заземлення є – визначення основних параметрів штучного заземлення – число, розміри і порядок розміщення одиночних заземлювачів і заземлюючих провідників.

Якщо при використанні природних заземлювачів опір штучного заземлювача  $R_u$  менше за потрібне значення  $R_q$  то :

$$R_u = \frac{R_q \cdot R_E}{R_r - R_q},$$

де :  $R_E$  – опір розтіканню природного заземлювача.

Порядок розрахунку штучного заземлення.

- визначають розрахунковий струм замикання на землю.
- визначають необхідний (допустимий) опір заземлюючого пристрою.
- по формулі розраховують необхідний опір штучного заземлювача  $R_U$ .
- обирають тип і параметри заземлювачів, складають попередню схему заземлюючого пристрою.
- обчислюють розрахунковий опір одного вертикального електроду  $R_B$ .
- визначають попереднє число вертикальних електродів і округляють його до найближчого стандартного числа (табл. 2).
- прийнявши схему розміщення електродів по контуру і знаючи відстань між електродами, визначають загальну довжину горизонтального електроду і його розрахунковий опір  $R_T$ .
- по табл. 2 знаходять коефіцієнт використання для вертикальних  $\eta_v$  горизонтальних  $\eta_T$  електродів.
- обчислюють фактичний опір розтіканню прийнятого групового заземлювача, що має задовольняти умову:  $R_{гр} \leq R_U$ .

Якщо цей опір виявиться більшим, ніж потрібне  $R_U$ , то необхідно збільшити в контурі заземлювача кількість вертикальних електродів і провести повторний розрахунок.

Таблиця 2

**Коефіцієнт використання електродів у контурі заземлювача**

Відношення відстаней між вертикальними електродами до їх довжини	Число вертикальних електродів						
	4	6	10	20	40	60	80
Коефіцієнт використання $\eta_v$ вертикальних електродів							
1	0,69	0,61	0,56	0,47	0,41	0,39	0,36
2	0,78	0,73	0,68	0,63	0,58	0,55	0,52
3	0,85	0,80	0,76	0,71	0,66	0,64	0,62
Коефіцієнт використання $\eta_T$ горизонтальних електродів							
1	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

**Експериментальна частина**

Для дослідження захисних заземлюючих пристроїв використовується стенд ОТ-10.

Конструктивно стенд виконаний у вигляді окремих вузлів і блоків, вмонтованих в металевий кожух. До передньої рами каркаса кріпиться передня панель, на якій встановлені основні елементи. Панель з нанесеною принциповою електричною схемою кріпиться до кожуха. У ній передбачені отвори для органів управління і регулювання, гнізда для приєднання вимірювальних приладів до різних ділянок схеми.

До задньої рами каркаса кріпиться відкидна панель блоку трансформаторів, на якій встановлені три трансформатори і кронштейн клемми заземлення, елементами ланцюга, що імітують опори ґрунту, запобіжниками.

Електричний зв'язок між передньою панеллю і відкидною панеллю здійснюється через роз'єм, вилка якого закріплена на відкидній панелі. Доступ до запобіжників, клем і елементів ланцюга, що імітують опір ґрунту між двома заземлювачами, здійснюється через дверці, що відкриваються, на задній стінці корпусу.

У основу розробки принципової електричної схеми покладена схема лабораторного стенду ТБ-10. Напруга в стенд подається від трифазної мережі змінного струму частотою 50 Гц через вимикач ПВИЗ – 10 на три трансформатори, первинні обмотки деяких сполучені зіркою. При включенні стенду в мережу спалахують сигнальні лампочки Л1, Л2, Л3, які включені між нульовим дротом і кожною фазою через діоди Д1, Д2, Д3 і резистори R1, R2, R3. Три фази, нульовий дріт і дріт землі дозволяють, відповідними перемикачами тумблерів В2, В3, моделювати будь-яку з мереж трифазного струму:

- трипровідну з ізолюваною нейтраллю;
- трипровідну із заземленою нейтраллю;
- чотирипровідну з ізолюваною нейтраллю;
- чотирипровідну із заземленою нейтраллю.

Кожна фаза і нульовий дріт мають свій блок імітації ізоляції.

Ланцюги замикання на корпус підключаються до кожної з фаз через перемикачі В4 і В6.

Гнізда ГН7, ГН8, ГН15, ГН16 призначені для підключення вимірювального приладу для вимірювання величини струму, що протікає через ланцюг, замкнутого на корпус. Аварійний режим замикання на корпус здійснюється кнопками Кл1, Кл2.

Тумблери В5 і В7 здійснюють підключення до корпусів заземлювачів.

До клем Кл1, Кл2, Кл3 підключаються заземлювачі. Кожна клемма має свій заземлювач. Загальним заземлювачем об'єднувати клема не можна.

У схемі передбачені гнізда Гн1 – Гн18 для додаткових вимірів.

Резистори 16-19 і тумблери В8, В9 призначені для двох ланцюгів, імітуючих опір ґрунту між двома заземлювачами. Межа регулювання опору ґрунту від 2,4 КОм до 12 КОм.

Стенд дозволяє виявляти залежність електробезпеки при нормальному режимі роботи мережі залежно від :

- опору ізоляції щодо землі при постійній місткості;
- місткості фаз щодо землі при постійному опорі ізоляції.

Стенд дозволяє моделювати основні параметри будь-якої з мереж і визначати величину струму, що протікає через досліджувані ланцюги. Опір ізоляції кожної фази ланцюга імітується за допомогою резисторів від 10 КОм до 100 КОм. Місткість кожної фази ланцюга імітується за допомогою резистора і послідовно включеного конденсатора.

Стенд дозволяє моделювати опір ґрунту між двома сусідніми заземлювачами. Опір ґрунту імітується за допомогою резисторів постійного і змінного включення послідовно.

Склад стенду:

- а) передня панель з контрольними кублами і органами управління;
- б) задня панель з блоками трансформаторів;
- в) каркас;
- г) кожух;
- д) задня кришка.

### **Порядок проведення роботи**

Експериментальна частина лабораторної роботи виконується на стенді типу ОТ-10.

1. Підготувати таблиці для запису результатів вимірювань.

2. Привести стенд в початкове положення.

2.1. Ручки блоків ізоляції фаз і нульового дроту в положення 10 КОм і 0,25 мкФ.

2.2. Тумблери В2, В3, В5, В7 вимкнути.

2.3. Перемикачі В4, В6 в положенні «ОТКЛ».

3. Для вимірювання напруги на корпусі корп. 1 і вимірювання напруги фаз щодо землі підготувати схему стенду, для чого ручками  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R_c$ ,  $R_N$  і  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $C_c$ ,  $C_N$  виставити опір ізоляції і місткості дротів відповідно до завдання, одержаного у викладача, в якому дані величини опорів.

3.1. Для вимірювання струму, що протікає в ланцюзі пробитого за землю корпусу (корп. 1) включити амперметр в гнізда Гн7, Гн8 (з межею 0,5 А).

3.2. Для виміру напруги на корпусі щодо землі включити вольтметр в гнізда Гн9, Гн10 (з межею 150 В).

3.3. Для виміру напруги фаз щодо землі необхідно включити вольтметр в гнізда Гн9, Гн10 (з межею 150 В).

3.4. Перемикач В4 поставити в положення С.

3.5. Корпуси корп. 1 і корп. 2 повинні бути не заземлені, отже тумблери В6, В7 відключені.

4. Зібрану схему показати викладачу, після його дозволу подати живлення, включивши В1. Провести замикання на корпус, натиснувши

кнопку Кн1, записати показання приладів в таблицю. Переставити В4 в положення В, натиснути на кнопку Кн1 і зробити вимір, потім в положення А, зробити вимір, і т.д. Зробити 9 вимірів напруг фаз щодо землі і 3 виміри напруг корпусу щодо землі і записати в таблицю.

5. Проводити вимірювання для заземленого корпусу аналогічним шляхом, на заздалегідь:

5.1. Включити тумблер В5, тобто з'єднати корпус із заземленням.

5.2. Замінити вольтметр, що показує напругу на корпусі (Гн9, Гн10) на вольтметр з меншою межею (з межею 4,5 В).

5.3. Для виміру напруг фаз щодо землі включити вольтметр в гнізда Гн3 – Гн6 і Гн10 (з межею 150 В). Під час цих вимірювань корп.1 повинен бути заземлений, тобто В5 включений.

5.4. Для оцінки чинників, від яких залежить ефективність захисного заземлення, заміряти методом «положення постійного струму» (за допомогою мегомметра) сумарні опори ізоляції дротів щодо землі. Для чого в схемі, на якій проводилися попередні вимірювання, поставити В4 в положення «ОТКЛ», мегомметр включити в гніздо Гн3 (або Гн4, Гн5) і Гн2 (живлення на схему повинно бути подано, тобто В1 включений). Під час обертання ручки мегомметра з його шкали зняти показання: відключити мегомметр і, користуючись вольтметром, заміряти лінійні напруги. За одержаними даними знайти опори 1γ, 2γ, 3γ методом викладеним в теоретичній частині.

6. Дослідження ефективності дії захисного заземлення в мережі з ізолюваною нейтраллю при подвійному замиканні на землю.

У раніше зібрану схему внести наступні зміни:

6.1. Для вимірювання струму в ланцюзі корпусів включити амперметр в гнізда Гн1, Гн8 (з межею 0,5 А).

6.2. Для вимірювання напруги на корпусі (кори. 1) щодо землі включити вольтметр в гнізда Гн9, Гн10 (з межею 150 В).

6.3. Для вимірювання на корпусі (Кори. 2) щодо землі включити вольтметр в гнізда Гн17, Гн18 (з межею 150 В).

6.4. Перемикачі В4 і В6 встановити в різні фази.

6.5. Включити В5 і В7, тобто заземлити обидва корпуси.

6.6. Натиснути одночасно на кнопки Кн1 і Кн2, замкнувши дві різні фази на корпуси і записати показання приладів.

7. Для дослідження ефективності дії захисного заземлення в мережі із заземленою нейтраллю, у раніше зібрану схему, внести наступні зміни:

7.1. Для вимірювання напруги нейтралі щодо землі включити вольтметр в гнізда Гн1, Гн2.

7.2. Заземлити нейтраль В2 поставити в положення «включено».

7.3. Вимкнути нульовий дріт вимикачем В3.

7.4. Перемикач В4 поставити в положення А.

7.5. Провести замикання фази а на корпус натисненням кнопки Кн1, в цей час зняти показання з 3-х вольтметрів і амперметра, тобто напруга

корпусу корп.1. щодо землі, напруга нейтралі щодо землі, напруга фази А щодо землі і струм в ланцюзі заземлення.

8. Особливі вказівки:

8.1. Приєднання і від'єднання вимірювальних приладів, а також вимірювання в схемі, що вимагає перез'єднання провідників повинні проводитися при відключеній схемі. Схема вимикається В1.

8.2. Для забезпечення безпечної роботи із стендом необхідно з'єднати клему Кл.1 з контуром заземлення.

### **Зміст звіту**

Дані вимірювань, висновки і рекомендації проводяться по порядку виконання роботи в довільній формі.

### **Контрольні питання**

1. Перерахуйте причини електроуражень.
2. Назвіть чинники, що визначають характер електроуражень.
3. Наведіть порогові значення струму.
4. Поясніть схеми включення людини в мережу.
5. Перерахуйте режими нейтралі джерела живлення.
6. Наведіть шляхи «витоку струму».
7. Обґрунтуйте поняття напруги кроку і дотику.
8. Поясніть принцип дії захисного заземлення.
9. Назвіть область застосування заземлення.
10. Поясніть конструкцію заземлювачів.
11. Як здійснюється контроль заземлюючих пристроїв?
12. Чи можливе одночасне застосування заземлення і занулення?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

### Тема: Вивчення конструкції і дії засобів гасіння пожежі

**Мета:** ознайомлення з пристроєм і дією засобів пожежогасіння і областю їх застосування.

Вогнегасні речовини – це такі речовини, які при введенні в зону загорання припиняють горіння. Таких речовин в природі багато, але для гасіння пожеж застосовують тільки ті, які володіють високою ефективністю гасіння при мінімальних витратах, нешкідливі для людини при зберіганні і використанні, прості у застосуванні.

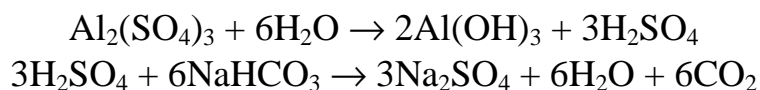
Вогнегасні речовини можуть бути в твердому, рідкому і газоподібному стані. Під дією температури на поверхні горіння вони переходять з одного агрегатного стану в інший: вода перетворюється на пару, тверда вуглекислота – в газоподібний стан і т.д.

При гасінні пожеж застосовують: воду, водні емульсії галоїдованих вуглеводнів, хімічну і легко-механічну піну, водяну пару, вуглекислоту, інертні гази, галоїдовані вуглеводні, порошки, стиснуте повітря.

*Вода* використовується у вигляді компактних і розпорошених струменів. Зволожує і охолоджує горючі матеріали і речовини, механічно збиває полум'я. Застосовується для гасіння твердих палих матеріалів і важких нафтопродуктів.

*Водні емульсії галоїдованих вуглеводнів* – суміші води з 5-10% бромтилу, тетрафторбромметану та ін. Вогнегасний ефект цих емульсій полягає в поєднанні змочуючої і охолоджуючої дії води та інгібуючої дії галоїдованих вуглеводнів в парогазовій фазі. Застосовується для гасіння твердих і рідких палих матеріалів.

*Хімічна піна* виходить в піногенераторах з порошоків, піногенераторів ПГП і ПГПС, і у вогнегасниках при взаємодії лужного і кислотного розчинів. До складу ПГП входить сірчаноокислий глинозем  $Al_2(SO_4)_3$  і бікарбонат натрію  $NaHCO_3$ , оброблений екстрактом солодового (лакричного) кореня. При змішуванні порошку з водою в піногенераторі відбувається реакція:



Вуглекислий газ, що виділився, у присутності солодового екстракту (пінотворної речовини, що додає міцність плівкам бульбашок) утворює густу стійку піну, яка подається у джерело пожежі. Застосовується при гасінні нафтопродуктів. До складу порошку ПГПС додатково введене 2 % мило. Це додає піні гідрофобні властивості, що дозволяють застосовувати її для гасіння спирту, ацетону і інших розчинних у воді рідин.

Хімічна піна складається приблизно з 80 об.% вуглекислого газу і 20 об.% води. Її щільність  $0,2 \text{ г/см}^3$ , кратність піни (відношення об'єму піни до об'єму продуктів з яких вона одержана) – 5. Стійкість хімічної піни



(час з моменту утворення піни до повного розпаду) – 40 хвилин. При гасінні легкозаймистих і горючих рідин піна, покриваючи їх поверхні, ізолює від навколишнього повітря, а вуглекислий газ, що звільняється унаслідок руйнування бульбашок піни, розбавляє концентрацію кисню в навколишньому повітрі.

*Легко-механічна піна* буває звичайна (8–10) і високої кратності (більше 10). Піна при кратності 10 містить 90% повітря і 10% води. Для її утворення застосовують піноутворювачі ПО-1, ПО-6, ПО-11. Піна звичайної кратності виходить за допомогою легко-пінних стовбурів, а високої кратності – піногенераторами багатократної піни. Стійкість легко-механічної піни до 20 хвилин (чим більша кратність піни, тим менше її стійкість). Піноутворювач ПО-11 призначений для гасіння спирту, ацетону і інших розчинних у воді рідин.

*Водяну пару* застосовують для гасіння пожеж в приміщеннях об'ємом до 500 м<sup>3</sup>. Пара зволожує предмети, що горять, і розбавляє концентрацію кисню.

*Вуглекислота в снігоподібному стані* застосовується в різних вогнегасниках в стаціонарних установках для гасіння пожеж в закритих приміщеннях.

*Інертні гази і ін.* знижують концентрацію кисню у джерелі горіння і гальмують його інтенсивність. Інертні гази застосовуються для заповнення резервуарів, інших ємностей, в яких при зниженні концентрації кисню до 5% і нижче можна виконати вогняні роботи.

*Галоїдовані вуглеводні* (гази і легкозаймисті рідини) є високоефективними засобами пожежогасіння. Вогнегасна дія їх заснована на гальмуванні хімічної реакції горіння, тому вони часто називаються антикаталізаторами, інгібіторами або флегманізаторами. Застосовуються для гасіння твердих і рідких паливних матеріалів. Добре гасять тліючі матеріали. Для металів і речовин, що горять без доступу повітря, їх застосовувати не можна, оскільки вони вступають в реакцію з металами.

*Порошки* застосовують для гасіння лужних металів і інших горючих речовин. У якості основного компоненту можна використовувати вуглекислу або двовуглеродну соду, поташ, галун і ін.

Для гасіння невеликих загорань можна використовувати деревні ошурки, заздалегідь просочені 15%-им розчином кальцинованої соди і висушені.

До первинних засобів гасіння пожежі відносяться **ручні і пересувні вогнегасники**, гідропульти, відра, бочки з водою, лопати, ящики з піском (ошурками), коши, ломи, сокири.

Для гасіння пожеж в початковій стадії використовують ручні пінні і газові вогнегасники типу вогнегасник хімічний пінний ОХП-10, легкопінний ручний ОВП-5, вогнегасник легкопінний ОВП-10, ОВП-250А, вогнегасник легко-пінний пересувний ОВП-100, вогнегасник хімічний легкопінний ОХВП-10, вогнегасники ручні вуглекислотні

брометиллові ОУБ-3А і ОУБ-7А, вогнегасники порошкові ОП-1, ОП-2, ОП-10, вогнегасник комбінований ОК-100, вогнегасники вуглекислі ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8, ОУ-25, ОУ-80, ОУ-400.

В пінних вогнегасниках у якості вогнегасної речовини застосовується хімічна піна, що утворюється в результаті протікання хімічних процесів. Бульбашки піни заповнюються двоокисом вуглецю (CO<sub>2</sub>) – інертним вогнегасним газом. Вогнегасна дія піни полягає в тому, що вона, покриваючи поверхню речовини, що горить, припиняє доступ газів, що горять, і пари в зону горіння, ізолює речовину, що горить, від кисню повітря і охолоджує найбільш нагрітий верхній шар речовини.

Піна здатна утримуватися на вертикальних похилих поверхнях. Володіючи малою щільністю, близько 0,1–0,3 г/см<sup>3</sup>, піна плаває на поверхні легкозаймистих палих рідин.

Завдяки цьому пінні вогнегасники застосовуються при горінні не тільки твердих речовин, але і горючих легкозаймистих рідин.

Проте треба пам'ятати, що піна є провідником електричного струму і гасити нею пожежі електроустановок і електромереж, що знаходяться під напругою не можна.

Не можна також гасити піною натрій і калій, оскільки вони взаємодіють з водою, що знаходиться в піні, виділяють водень, який підсилює горіння. Не гасять піною спирт і ацетон, оскільки при їх горінні виділяється велика кількість теплоти, внаслідок чого піна руйнується; крім того, спирт і ацетон активно віднімають від піни воду, і тим самим руйнують її.

Заряд хімічних пінних вогнегасників складається з 2-х частин: лужної і кислотної.

Лужна частина заряду є водним розчином бікарбонату натрію (двувуглекислота або харчової соди). У розчині міститься невелика кількість лакричного екстракту, сприяючого утворенню стійкої піни.

Кислотою частиною заряду служить сірчана кислота і суміші з сірчано-кислим залізом або хлористим залізом, або сірчано-кислим алюмінієм і т.п.

Реакція протікає згідно рівняння:



Лакричний екстракт не бере участь в хімічній реакції, але грає важливу роль в утворенні піни, підвищуючи стійкість стінок бульбашок.

Піна на повітрі зберігається протягом 40 хвилин і більше.

*Хімічний пінний вогнегасник.* Вогнегасник хімічний, пінний, ручний ОХП-10 (рис. 1а) призначений для гасіння загорань і пожеж, що починаються, в початковій стадії виникнення. Він складається із сталевого корпусу, у верхній частині якого вварена горловина, закрита чавунною кришкою із замочним пристроєм. Замочний пристрій має гумовий клапан,

закріплений на штоку, пружину, що притискує клапан до горловини кислотного стакана, і рукоятку для підняття і опускання клапана.

Для приведення вогнегасника в дію необхідно, узявши його за бічну і нижню ручки, повернути вогнегасник кришкою вниз, а рукоятку повернути вгору. При цьому клапан кислотного стакана відкривається. Кислотна частина заряду витікає із стакана і змішується з лужною частиною. Утворюється піна і підвищується тиск в корпусі вогнегасника. Під дією тиску піна через спринки викидається назовні.

Тривалість дії вогнегасника – близько 1 хв, довжина струменя 6–8 м, продуктивність 90 л піни. Вогнегасником можна загасити поверхні, що горять, матеріали площею 1 м<sup>2</sup>.

Заряд вогнегасника складається з лужної частини (порошкоподібної суміші 400 г бікарбонату натрію і 50 г солодового екстракту) і кислотної (суміші сірчаної кислоти з сірчаноокислим окисним залізом).

Принцип дії вогнегасника заснований на взаємодії кислотної і лужної частин заряду. В результаті хімічної реакції утворюється вуглекислий газ. Присутність солодового екстракту забезпечує утворення густої стійкої піни.

Вогнегасники легкопінні ручні ОВП-5, ОВП-10 використовуються для гасіння загорання різноманітних речовин і матеріалів, окрім лужних металів, електроустановок, що знаходяться під напругою, і речовин, що горять без доступу повітря.

*Повітряно-пінний вогнегасник ОВП-10* (рис. 1б) складається із сталевго корпусу, кришки із замочно-пусковим пристроєм, балона для газу і сифонової трубки з насадкою для отримання легко-механічної піни.

На кришці вогнегасника розміщені: пусковий важіль, рукоятка, балончик з двоокисом вуглецю, сифонові і напірні трубки і мембрана для виключення випаровування рідини з корпусу.

Для приведення в дію вогнегасника слід натиснути на пусковий важіль. При цьому стислий в балоні двоокис вуглецю через розтруб викидає розчин піноутворювача. Вогнегасник діє протягом 20 с. Довжина струменя 4,5 м.

У якості заряду застосовують 6%-ий розчин піноутворювача ПО-1, що є продуктом переробки нафти, і, що складається з газового контакту, клею кісткового, спирту етилового або етилгліколю концентрованого і їдкого натра технічного.

У якості вогнегасного засобу у *газових вогнегасниках* в основному використовується вуглекислота, вуглекисло-брометиловий склад, рідше чотирихлористий вуглець, азот і інші інертні гази.

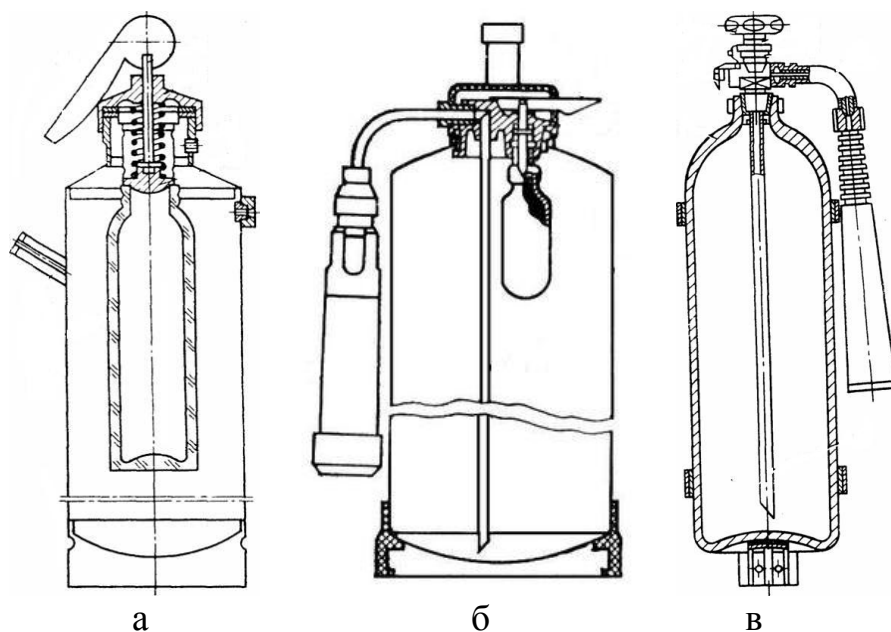
*Вуглекислотні вогнегасники ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8.* Вогнегасник ОУ-2А, призначений для гасіння невеликих початкових загорань різних речовин, за винятком тих, горіння яких може відбуватися без доступу повітря. Вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 і ОУ-8 призначаються також для гасіння початкових загорань і відрізняються від ОУ-2А місткістю

балона (ОУ-5 – 5 л, ОУ-8 – 8 л) і невеликою різницею в конструкції кронштейна, формі днища балона і сифонової трубки. У вогнегаснику ОУ-2 (рис. 1в) розтруб – снігоутворювач приєднаний до вентиля через шланг діаметром 9,5 мм і завдовжки 800 мм, захищеною оболонкою з поліхлорвінілової трубки. Зверху шланг вогнегасника має обплетення.

Для приведення вуглекислотного вогнегасника в дію потрібно узяти його лівою рукою за рукоятку, направити розтруб на предмет, що горить, і відкрити вентиль повністю (проти годинникової стрілки). Дія вуглекислотних вогнегасників заснована на тому, що при виході з балона рідка вуглекислота миттєво перетворюється на газ, розширюючись до об'єму, що перевищує первинний в 400-500 разів. В результаті створюються умови, в яких неможливе не тільки горіння, але і тління.

Пересувні вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння горючих і легкозаймистих рідин на площі до 5 м<sup>2</sup>, електроустановок невеликих розмірів, що знаходяться під напругою, двигунів внутрішнього згорання і там, де не можна використовувати при гасінні воду. Технічні характеристики таких вогнегасників наведені в табл. 1.

Випускаються промисловістю пересувні вуглекислотні вогнегасники УП-1М, одно і двобалонні УП-2М.



**Рис. 1. Види вогнегасників: а) хімічний пінний вогнегасник; б) повітряно-пінний вогнегасник; в) вуглекислотний вогнегасник.**

Балони мають замочні вентиля таких же, як у вогнегасників ОУ-2, ОУ-5 і т.д.

Вентилі забезпечені запобіжними ковпаками і сполучені колектором з розподільним шлангом і розтрубом. Місткість одного балона 40 л, маса вуглекислоти в одному балоні 25 кг, тривалість дії 120 з, дальність струменя 3–3,5 м, обслуговуючий персонал 2 чол.

Для приведення вогнегасника в дію одна людина знімає з кронштейна шланг, направляє розтруб на об'єкт, що горить, а другий відкриває вентилі балонів до упору.

Таблиця 1

**Технічна характеристика вогнегасників ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8.**

№ з/п	Технічні дані	ОУ-2А	ОУ-5	ОУ-8
1	Місткість балона, л	2	5	8
2	Випробувальний тиск для балона, атм.	225	225	225
3	Робочий тиск в балонах при 20°C, атм.	60	60	60
4	Маса вогнегасника із зарядом, кг	6,5	14	20,5
5	Час дії вогнегасника, с (при 20°C)	25–30	40–50	50–60
6	Довжина струменя, м	1,5	2	3,5

Вогнегасники вуглекислотно-брометилові ОУБ-3А і ОУБ-7А. Ручний вуглекислотно-брометиловий вогнегасник призначений для гасіння вогнищ пожежі при займанні будь-яких палих (окрім лужних, лужноземельних металів) твердих матеріалів, горіння яких супроводжується тлінням, а також електроустановок, що знаходяться під тиском.

Вогнегасники можуть бути застосовані при температурі навколишнього повітря від -60°C до +60°C.

Вогнегасник є циліндровим сталевим тонкостінним балоном, на верхньому днищі якого укручений спеціальний замочний вентиль з насадкою для утворення струменя і рукояткою для перенесення.

У нижній частині вентиля припаяна трубка, що опускається до дна балона.

Технічні характеристики вогнегасників ОУБ-3А і ОУБ-7А наведені у табл. 2.

Таблиця 2

**Технічні характеристики вогнегасників ОУБ-3А і ОУБ-7А**

№ з/п	Технічні дані	ОУБ-3А	ОУБ-7А
1	Місткість балона (по воді), л	3	7
2	Маса заряду, кг	3,5	8
3	Робочий тиск стислого повітря у вогнегаснику при 20°C, кг/см <sup>3</sup>	8,6	8,6
4	Час дії, с	35	35
5	Дальність струменя, м	3–4	3–4
6	Маса зарядженого вогнегасника (без кронштейна), кг	6	13
7	Маса з кронштейном, кг	6,5	13,5

Вуглекислотно-брометиловий вогнегасник відрізняється від вуглекислотного складом заряду. У ньому міститься 70% бромистого

етилу і 30% вуглекислоти. Крім того, на відміну від вуглекислоти, дія якої характеризується зменшенням змісту кисню в повітрі, бромистий Етил змінює хід реакції горіння, що практично приводить до ліквідації вогнища пожежі.

*Порошкові вогнегасники* ОП-1, ОП-10 застосовують для гасіння загорання двигунів, горючих рідин. Повна місткість корпусу вогнегасника 1,2 л.

Заряд вогнегасника – порошок ПСБ, що складається з бікарбонату натрію (88%), діамоній фосфату, карбонату натрію, селікогеля, насиченого хладоном.

Залежно від інтенсивності струшування вогнегасника час закінчення порошку – в межах 20–50 с.

Заряджений вогнегасник ОП-1 важить 1450 г, є циліндровий корпус, в горловину якого вставляється сітчастий розпилювач, що має 19 отворів діаметром 6 мм кожне. Горловина закривається кришкою на різьбленні, а для ущільнення в кришку вставляється гумова прокладка. Для забезпечення можливості огляду внутрішньої поверхні вогнегасника при зарядці і чищенні забруднень розпилювач і кришку роблять на поліетилені.

Загорання гасять вогнегасниками шляхом енергійного струшування і викидання порошку через сітчастий розпилювач, їм створюється туманна хмара порошку в зоні горіння. Вогнегасник ОП-10 має балон місткістю 30 мл для стислого газу. Максимальний тиск в балончиках 150 кг/см<sup>2</sup>. Аерозольний спосіб витіснення порошку з вогнегасника дозволяє викидати весь порошок за 25–30 с на відстань 6–8 м.

Вогнегасник ОП-10 призначений для гасіння горючих рідин і електроустановок, що знаходяться під напругою.

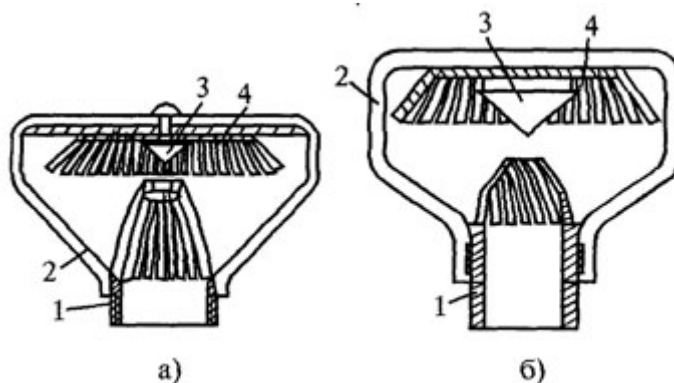
Автоматичне гасіння пожеж. Ручні засоби боротьби з пожежами не можуть в повному ступені задовольнити сучасне виробництво. Успіх ліквідації пожежі залежить перш за все від швидкості сповіщення про його початок і негайного введення в дію ефективних засобів гасіння пожежі. Досягти такого положення можна тільки за допомогою автоматичних установок. При використанні автоматичних пристроїв вдається гасити пожежі вчасно, без так званих «упущених» пожеж, які звичайно приносять великі збитки.

У особливо небезпечних в пожежному відношенні виробництвах, де потрібно припинити пожежу на самому початку його виникнення, використовують спринклерні і дренчерні установки, якщо у якості вогнегасної речовина дозволено застосовувати воду. Ці установки призначені для автоматичного гасіння будівель, що зажеврили, і споруд.

*Спринклерні установки* застосовуються в опалювальних і неопалювальних приміщеннях. У опалювальних приміщеннях спринклерна водопровідна мережа постійно заповнена водою. У приміщеннях, де температура взимку опускається нижче 0°C



пожежі спринклерні і дренчерні установки дають сигнал пожежної тривоги.



**Рис. 3. Дренчерна головка: а) з прокольними отворами: 1 – корпус, 2 – дуга, 3 – рефлектор, 4 – розетка, б) з гвинтовими отворами: 1 – корпус, 2 – дуга, 3 – рефлектор, 4 – розетка**

*Визначення витрати води для пожежогасіння*

Витрату води для гасіння пожежі за допомогою гідрантів приймають залежно від ступеня вогнестійкості і об'єму будівлі, категорії пожежонебезпечності виробництва відповідно до СНІП П-Г.3-62.

Витрату води для тригодинного гасіння пожежі визначають по наступній формулі:

$$Q = \frac{3 \times 3600 \times n}{1000} = 10,8 \times n$$

де Q – витрата води на гасіння пожежі протягом 3 ч, м<sup>3</sup>;

3600 – коефіцієнт для переведення годинників в секунди;

n – секундна витрата води на внутрішню (5 л/с) і зовнішню (визначається по табл. 1) пожежогасінню, л;

1000 – коефіцієнт для перекладу літрів в м<sup>3</sup>.

Таблиця 3

**Витрата води для зовнішнього пожежогасіння залежно від різних факторів**

Ступінь вогнестійкості	Категорія виробництва по вогнебезпечності	Витрата води на гасіння пожежі, л/с				
		об'єм будівлі, тис. м <sup>3</sup>				
		до 3	3–5	5–20	20–50	50–200
I і II	Г, Д	10	10	10	10	15
I і II	А, БИ, В	10	10	15	20	30
III	Г, Д	10	10	15	25	-
III	У	10	15	20	30	-
IV і V	Г, Д	10	15	20	30	-
IV і V	У	15	20	25	-	-



Для внутрішнього пожежогасіння приймається витрата води 5 л/с (2 струмені по 2,5 л кожна).

### **Контрольні питання**

1. Перерахуйте вогнегасні речовини.
2. Що відноситься до первинних засобів пожежогасіння?
3. Для чого призначений хімічний пінний вогнегасник?
4. Які вогнегасники призначені для тушіння електроприладів, що знаходяться під напругою?
5. У яких приміщеннях використовуються дренчерні установки?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

### Тема: Знаки безпеки праці

**Мета:** ознайомлення і вивчення кольорів і знаків безпеки праці по чотирьом групам (згідно ГОСТ 12.4.026-76).

*Кольори безпеки.* Безпека виконуваних робіт істотно залежить від кмітливості, швидкості і точності сприйняття здорової інформації. На цьому базується широке використання на підприємствах кольорів безпеки і знаків безпеки, які грають роль закодованого носія відповідної інформації.

Колір безпеки – встановлений колір, призначений для залучення уваги працівника до окремих елементів виробничого устаткування або будівельної конструкції, які можуть бути джерелами небезпечних або шкідливих виробничих чинників, а також до засобів пожежогасіння і знаків безпеки.

У нас, як і в більшості країн світу, прийнято такі кольори безпеки: червоний, жовтий, зелений, синій. Для посилення контрасту кольорів безпеки їх необхідно застосовувати на фоні контрастних кольорів (табл. 1). Контрастні кольори слід використовувати для виконання символів і написів, пояснень.

Таблиця 1

**Кольори безпеки і його контрастний колір.**

№ з/п	Колір безпеки	Основний зміст кольорів безпеки	Контрастний колір
1	Червоний	Заборона, безпосередня безпека, засоби пожежогасіння	Білий
2	Жовтий	Попередження, можлива небезпека	Чорний
3	Зелений	Розпорядження, безпека	Білий
4	Синій	Вказівка, інформація	Білий

Примітка: контрастним кольором для білого є чорний, а для чорного – білий колір.

Червоний колір безпеки застосовується для заборонних знаків, позначення протипожежних засобів і пристосувань включення (в т.ч. і аварійних), сигнальних лампочок. Крім того, ним фарбують місце, устаткування і прилади де може виникнути вогненебезпечна або аварійна ситуація.

Жовтий колір безпеки використовується для попереджувальних знаків, елементів виробничого устаткування, яке може бути джерелом небезпечних або шкідливих виробничих чинників; постійних і непостійних огорож; елементів будівельних конструкцій, які можуть бути джерелами травм; елементів внутрішнього і міжцехового транспорту; підйомно-

транспортного устаткування і т.д. Для більшого сприйняття застосовується чергування жовтих і чорних смуг.

Зелений колір безпеки застосовується для приписуючих знаків, дверей і світлових табло (напис білою фарбою на зеленому фоні), евакуаційних і запасних виходів, сигнальних лампочок.

Синій колір безпеки використовується у вказівних знаках.

*Знаки безпеки.* Знаки безпеки наносяться в певні місця виробничого устаткування в тих місцях приміщень, в яких людині загрожує певна небезпека. Знаки безпеки повинні контрастно виділятися на навколишньому фоні, бути у полі зору працюючих. Конкретні місця знаходження знаків, їх кількість і варіанти розмірів встановлює адміністрація підприємств і організацій узгоджено з органами державного нагляду і технічної інспекції праці. У випадку, якщо в приміщенні з'являються тимчасові небезпечні місця, необхідно застосовувати переносні знаки безпеки і тимчасові огорожі, пофарбовані відповідно до сигнальних кольорів. Затверджено такі чотири групи знаків безпеки: що забороняють, застережливі, передписуючі, вказівні (рис. 1–4).

Забороняючі знаки призначені для заборони яких-небудь дій в певних місцях і приміщеннях. Знак цієї групи – це круг червоного кольору з білим внутрішнім полем, білим ободом на контурі знаку і символічним зображенням чорного кольору на внутрішньому білому полі. Символічне зображення повинно бути перекреслено похилою лінією червоного кольору, кут нахилу – 45 градусів, верх лінії зліва, низ лінії справа. Коло червоного кольору повинне бути рівним 0,09–0,1 зовнішнього діаметру, ширина червоної лінії, похилої – 0,08. Ширина білого ободу по контуру знаку – 0,02 зовнішнього діаметру.

Забороняючі знаки можна використовувати в з'єднанні з написами, пояснень чорного кольору. Червона смуга похилої в даному випадку не наноситься. На знак пожежної безпеки напис, пояснення, наноситься червоним кольором.



**Рис. 1. Забороняючі знаки**

Застережливі знаки призначені для попередження людей про потенційну небезпеку. Знак цієї групи – це рівносторонній трикутник жовтого кольору із закругленими кутами, повернений вершиною вгору, з облямівкою чорного кольору, з шириною 0,05 сторони трикутника з символічним зображенням чорного кольору (рис. 2).

Застережливий знак – це символічне зображення у вигляді знаку, оклику. Він встановлюється поряд з табличкою, на яку нанесений пояснюючий напис про потенційну небезпеку.

На корпусах електроустаткування, на огорожах струмоведучих частин, які розміщені у виробничих приміщеннях, на шафах з електроустаткуванням встановлюється знак «Обережно! Електрична напруга». Відповідно до ГОСТ 12.4.027-76 «Знак електричної напруги, форми і розміри. Технічні вимоги». Символічне зображення цього знаку допускається наносити червоним кольором.

	Висока напруга		Вибухо небезпечно
	Пожежо небезпечно		Увага небезпека
	Рух погрузників		Ідки та корозійні речовини
	Отруйні речовини		

**Рис. 2. Застережливі знаки**

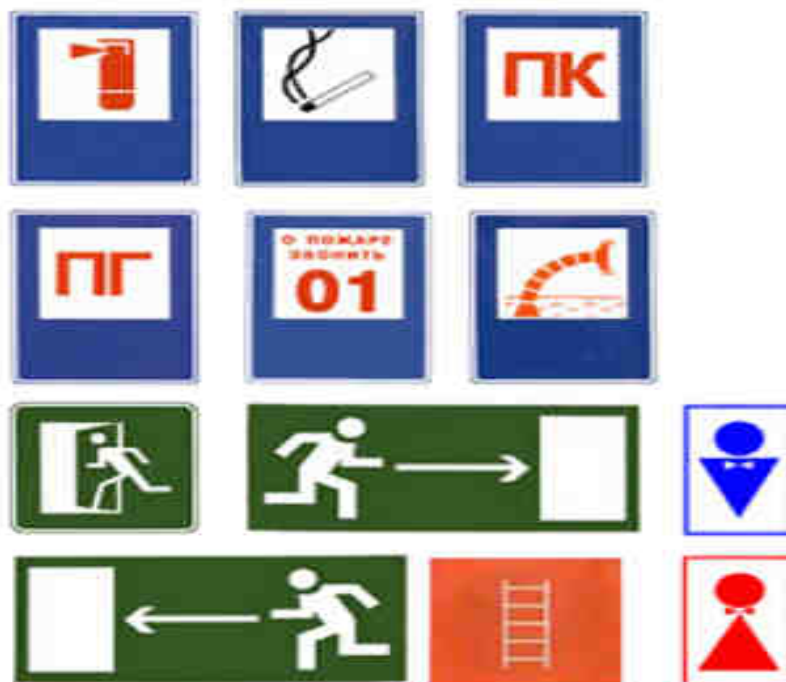
Передписуючі знаки (рис. 3) призначені для дозволу дій тих, що працюють, але за умови дотримання конкретних вимог техніки безпеки (обов'язкове застосування захисних окулярів, рукавиць і т.д.). Ця група знаків указує також на шлях евакуації, прохід до місць пожежної техніки і запасних виходів. Передписуючі знаки мають вид квадрату зеленого кольору з білим ободом по контуру шириною 0,02 сторони квадрата і білим полем квадратної форми. Символічне зображення або пояснювальний напис наносяться чорним кольором у середині білого поля в квадраті.



**Рис. 3. Передписуючі знаки**

Вказівні знаки призначені для знаходження місця різних об'єктів: пунктів медичної допомоги, пожежних кранів, вогнегасників та ін. (рис. 4).

Знаки цієї групи – це синій прямокутник з білим ободом на контурі шириною 0,02 меншої сторони прямокутника з білим квадратом посередині, сторони якого рівні 0,7 меншої сторони прямокутника.



**Рис. 4. Вказівні знаки**

У середині білого квадрата чорним кольором наноситься символічне зображення або напис, пояснення. На знаках цієї групи вказана стрілка і відстань до об'єкту зображується білим кольором в нижній частині знаку (на зеленому кольорі – під білим квадратом), на всіх знаках безпеки написи, пояснення, і символи необхідно зображати чорним кольором, за винятком знаків пожежної безпеки, тут вони наносяться червоним кольором.

Додаткові таблички. Для посилення дії знаків або яких-небудь уточнень дозволяється використовувати додаткові таблички у вигляді прямокутника з поясненнями або вказівною стрілкою.

Додаткові таблички розміщують горизонтально під знаком безпеки або вертикально праворуч від знаку. Довжина такої таблички повинна бути не більшою від діаметру або довжини відповідної сторони знаку безпеки.

Додаткові таблички повинні мати сигнальний колір знаку, з яким вони використовуються, а вказівні стрілки, пояснювальні стрілки і пояснювальні написи повинні бути зображені контрастним кольором.

Також дозволяється використовувати додаткові таблички білого кольору з чорними стрілками і написами пояснень. Висота прямокутника повинна бути на 15% більше від висоти знаку, а довжина – в 2–3 рази більш ніж його висота.

### **Контрольні питання**

1. Перерахуйте кольори безпеки.
2. Які існують групи знаків безпеки?
3. До якої групи знаків відноситься знак у вигляді червоного кола з білим внутрішнім полем та символічним зображенням чорного кольору на внутрішньому білому фоні?
4. Який вид мають попереджувальні знаки?
5. Для чого використовують допоміжні таблички?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конституція України.
2. Міжнародний пакт про громадянські і політичні права (прийнятий 16 грудня 1966 року Генеральною Асамблеєю ООН).
3. Конвенція про захист прав людини та основних свобод (Європейська конвенція з прав людини), прийнята 20 березня 1952 року Радою Європи.
4. Про охорону праці: закон України.
5. Про внесення змін до Закону України "Про охорону праці": закон України.
6. Про колективні договори і угоди: закон України.
7. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення: закон України.
8. Про пожежну безпеку: закон України.
9. Про охорону здоров'я: закон України.
10. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності: закон України.
11. Про правовий режим надзвичайного стану: закон України.
12. Про інформацію: закон України.
13. Кодекс законів про працю України.
14. Кримінальний Кодекс України.
15. Про затвердження Типового положення про навчання з питань охорони праці: наказ Комітету по нагляду за охороною праці України Міністерства праці та соціальної політики України від 17 лютого 1999 року N 27 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 квітня 1999 р. N 248/3541).
16. Васильчук М. В. Основи охорони праці/ – К. : Просвіта, 1997. / М. В. Васильчук, Л. Е. Вінокурова, М. Я. Тесленко.
17. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці/ – Львів : Афіша, 2002. / В. Ц. Жидецький.
18. Катренко Л. А., Пістун І.П. Охорона праці в галузі освіти: навчальний посібник/ – Суми: Університетська книга, 2001/ Л. А. Катренко, І. П. Пістун.
19. Керб Л. П. Основи охорони праці. Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни/ – К., 2001. / Л. П. Керб.
20. Основи охорони праці/ – К.: Основа, 2000./М. П. уцпчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанецт та ін.
21. Правила пожежної безпеки в Україні. – К. : Укрархбудінформ, 1995.
22. Рожков А.П. Пожежна безпека: навчальний посібник/ А. П. Рожков – К.: Пожінформтехніка, 1999.

23. Трахтенберг І.М. Гігієна праці та виробнича санітарія/ – К., 1997. І. М. Трахтенберг , М. М. Коршун , О. В. Чебанова.
24. Журнали «Охорона праці» та «Пожежна безпека».
25. Губернский Ю. Д. Гигиенические основы нормирования факторов среды/ Ю. Д. Губернский , С. А. Килина – М. : Коммунальная гигиена, 1986.
26. Ткачук К. Н., Іванчук Д. Ф. та ін. Довідник по охороні праці на промисловому підприємстві. – К. : Техніка, 1991.



Навчальне електронне видання  
комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

**ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ  
ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ**

Для студентів, що навчаються за усіма напрямками підготовки ХДУХТ

Укладачі  
ОДАРЧЕНКО Микола Семенович  
ПІДДУБНИЙ Василь Вікторович

Відповідальний за випуск зав. кафедри канд. техн. наук, проф. М.С.  
Одарченко  
Техн. редактор Н.А. Кобилко

План 2016 р., поз. 71/

Підп. до друку. 2016 р. Один електронний оптичний диск (CD-ROM);  
супровідна документація. Об'єм даних 2,1 Мб. Тираж 100 прим.

Видавець і виготівник  
Харківський державний університет харчування та торгівлі  
вул. Клочківська, 333, Харків, 61051.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р