

У 24
О 924

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія



К. В. Белоконь
В. Г. Рижков
Ю. В. Куріс
Є. А. Манідіна

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Навчально-методичний посібник

для студентів ЗДІА всіх спеціальностей
денної та заочної форм навчання

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

*Затверджено до друку
рішенням науково-методичної ради ЗДІА
протокол № 5 від 04.06.2015р.*

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Навчально-методичний посібник

*для студентів ЗДІА всіх спеціальностей
денної та заочної форм навчання*

*Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри ПЕОП,
протокол № 4 від 09.12.2014р.*

Запоріжжя
ЗДІА
2015

ББК У 24
О 924

К. В. Белоконь, к.т.н., доцент
В. Г. Рижков, к.т.н., доцент
Ю. В. Куріс, д.т.н., доцент
Є. А. Манідіна, асистент

Відповідальний за випуск: *зав. кафедри ПЕОП,*
к.т.н., доцент Г. Б. Кожемякін

Рецензенти:

В. В. Луньов, д.т.н., професор Запорізького національного університету МОН України, директор фізико-технічного інституту;

В. І. Сокольник, к.т.н., професор, зав. кафедри ВВ Запорізької державної інженерної академії.

О 924 **Основи** охорони праці: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / Белоконь К. В., Рижков В. Г., Куріс Ю. В. та ін.; Запоріз. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2015. – 180 с.

В навчально-методичному посібнику розглянуті правові та організаційні питання охорони праці, основні шкідливі і небезпечні фактори виробничого процесу, їх вплив на організм людини та засоби і заходи щодо їх нормалізації, загальні вимоги безпеки до технологічного обладнання та технологічних процесів, основні відомості з питань електробезпеки та пожежної безпеки. Викладений у посібнику матеріал покликаний дати майбутнім фахівцям необхідні знання, реалізація яких на практиці сприятиме покращенню умов праці, підвищенню її продуктивності, запобіганню професійних захворювань, виробничого травматизму, аварій.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 5 |
| РОЗДІЛ 1. ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ | 7 |
| 1.1 Законодавча та нормативна база України з питань охорони праці | 7 |
| 1.1.1 Основні поняття у галузі охорони праці | 7 |
| 1.1.2 Основні законодавчі акти про охорону праці | 8 |
| 1.1.3 Основні принципи державної політики в галузі охорони праці | 10 |
| 1.1.4 Гарантії прав громадян на охорону праці | 10 |
| 1.1.5 Відповідальність за порушення законодавства та нормативних актів про охорону праці | 13 |
| 1.2 Державне управління охороною праці. Організація охорони праці, нагляд та контроль за охороною праці | 14 |
| 1.2.1 Управління охороною праці | 14 |
| 1.2.2 Система управління охороною праці на підприємстві | 17 |
| 1.2.3 Служба охорони праці на підприємстві | 19 |
| 1.2.4 Комісія з питань охорони праці на підприємстві | 21 |
| 1.2.5 Навчання з питань охорони праці | 22 |
| 1.2.6 Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві | 25 |
| 1.2.7 Аналіз, прогнозування, профілактика травматизму та професійної захворюваності | 35 |
| Питання для самоконтролю | 38 |
| РОЗДІЛ 2. ГІГІЄНА ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ | 40 |
| 2.1 Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих факторів | 40 |
| 2.2 Гігієнічна класифікація праці | 41 |
| 2.3 Метеорологічні умови виробничого середовища | 43 |
| 2.4 Забруднення повітря виробничих приміщень | 48 |
| 2.5 Освітлення | 51 |
| 2.6 Вентиляція виробничих приміщень | 57 |
| 2.7 Вібрація, нормування, дія на організм | 61 |
| 2.8 Шум | 64 |
| 2.9 Інфразвук | 71 |
| 2.10 Ультразвук | 72 |
| 2.11 Іонізуюче випромінювання | 74 |
| 2.12 Класифікація електромагнітних випромінювань за частотним спектром | 80 |
| 2.13 Інфрачервоне випромінювання | 84 |

| | |
|---|------------|
| 2.14 Ультрафіолетове випромінювання | 87 |
| 2.15 Лазерне випромінювання | 88 |
| Питання для самоконтролю | 90 |
| РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА | 92 |
| 3.1 Дія електричного струму на організм людини | 92 |
| 3.2 Види електричних травм | 92 |
| 3.3 Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом | 99 |
| 3.4 Перша допомога при ураженні струмом | 99 |
| 3.5 Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом | 101 |
| 3.6 Допустимі значення струмів і напруг | 102 |
| 3.7 Умови ураження людини струмом при доторканні до струмопровідних частин | 103 |
| 3.8 Захист від дотику до частин обладнання, що проводить струм | 107 |
| 3.9 Захист людини від ураження в аварійних режимах | 110 |
| Питання для самоконтролю | 118 |
| РОЗДІЛ 4. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА | 119 |
| 4.1 Небезпечні та шкідливі чинники, пов'язані з пожежами | 119 |
| 4.2 Загальні відомості про процес горіння | 120 |
| 4.3 Різновидності горіння | 121 |
| 4.4 Показники пожежовибухонебезпечності речовин та матеріалів | 122 |
| 4.5 Категорії приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною Небезпекою | 123 |
| 4.6 Засоби та способи гасіння пожежі | 126 |
| 4.7 Класифікація пожеж і рекомендовані вогнегасні речовини | 128 |
| Питання для самоконтролю | 129 |
| РОЗДІЛ 5. ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ | 130 |
| 5.1 Лабораторна робота № 1. «Дослідження мікроклімату виробничих приміщень» | 130 |
| 5.2 Лабораторна робота № 2. «Дослідження захисного заземлення» | 142 |
| 5.3 Лабораторна робота № 3. «Визначення температури спалаху розчину етанолу в закритому тиглі» | 152 |
| РОЗДІЛ 6. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ | 160 |
| 6.1 Завдання до виконання теоретичних та розрахункових завдань | 160 |
| 6.2 Рекомендації щодо розв'язання задач | 169 |
| РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА | 179 |

ВСТУП

Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього завдання значною мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

У Законі України “Про охорону праці” зазначено, що охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Відповідно до наказу Міністерства освіти України “Про вдосконалення навчання з охорони праці й безпеки життєдіяльності у вищих навчальних закладах України” від 02.12.1998 р. № 420 з метою забезпечення виконання вимог Державної програми навчання та підвищення рівня знань працівників, населення України з питань охорони праці, інших нормативно-правових актів, починаючи з 1999/2000 навчального року під час підготовки фахівців відповідних освітньо-кваліфікаційних рівнів (спеціаліст і бакалавр) у вищих закладах освіти незалежно від рівня акредитації здійснюється вивчення дисципліни “Основи охорони праці”.

Основи охорони праці – нормативна дисципліна, яка вивчається з метою формування у майбутніх фахівців з вищою освітою необхідного в їхній подальшій професійній діяльності рівня знань та умінь з правових і організаційних питань охорони праці, з питань гігієни праці, виробничої санітарії, техніки безпеки та пожежної безпеки, визначеного відповідними державними стандартами освіти, а також активної позиції щодо практичної реалізації принципу пріоритетності охорони життя та здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності.

Методологічною основою дисципліни “Основи охорони праці” є широкий науковий аналіз умов праці, технологічних процесів, організації виробництва, навколишнього середовища з метою виявлення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, виникнення можливих аварійних ситуацій. На підставі такого аналізу розробляються заходи та засоби щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, створення здорових і безпечних умов праці.

Дана дисципліна є комплексною, базується на знаннях, отриманих при вивченні соціально-економічних (економічна теорія, правознавство, соціологія), природничих (фізика, хімія, математика, основи екології), загальнотехнічних (опір матеріалів, електротехніка, технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство, взаємозамінність, стандартизація і технічні виміри), професійно-орієнтованих дисциплін (безпека життєдіяльності, психологія праці, ергономіка, вступ до фаху). Особливо тісно дисципліна

“Основи охорони праці” пов’язана з безпекою життєдіяльності, ергономікою, психологією праці.

Питанням охорони праці певне місце відводиться у загальнотехнічних і спеціальних дисциплінах. Однак з такими загальними питаннями охорони праці, які об’єднані у систему законодавчих, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів студент знайомиться лише під час вивчення самостійної дисципліни «Основи охорони праці».

Основними завданнями дисципліни “Основи охорони праці” є вивчення:

- законодавчої і нормативно-правової бази з охорони праці;
- організаційно-технічних засобів і заходів з охорони праці;
- санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних питань охорони праці;
- соціально-економічних аспектів охорони праці.

Предметом дисципліни “Основи охорони праці” є захист здоров’я людини на виробництві.

Даний посібник повністю відповідає програмі нормативної дисципліни “Основи охорони праці” для вищих закладів освіти. В ньому наведені основні відомості з правових і організаційних питань охорони праці, основ фізіології, гігієни праці, виробничої санітарії, техніки безпеки та пожежної безпеки.

Посібник складається з чотирьох розділів. Наприкінці кожного розділу розміщені питання для самоперевірки та контролю засвоєння знань.

Зміст посібника відображає сучасний стан законодавчої та нормативної бази охорони праці, що постійно вдосконалюється та доповнюється, а також результати досліджень, проведених останнім часом. Викладений у посібнику матеріал покликаний дати майбутнім фахівцям необхідні знання, реалізація яких на практиці сприятиме покращенню умов праці, підвищенню її продуктивності, запобіганню професійних захворювань, виробничого травматизму, аварій.

РОЗДІЛ 1. ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ

1.1 Законодавча та нормативна база України з питань охорони праці

1.1.1 Основні поняття у галузі охорони праці

Основи охорони праці – нормативна дисципліна, яка вивчається з метою формування у майбутніх фахівців з вищою освітою необхідного в їхній подальшій професійній діяльності рівня знань та умінь з правових і організаційних питань охорони праці, з питань гігієни праці, виробничої санітарії, техніки безпеки та пожежної безпеки, визначеного відповідними державними стандартами освіти, а також активної позиції щодо практичної реалізації принципу пріоритетності охорони життя та здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності.

Дисципліна “Основи охорони праці” складається з чотирьох розділів:

- правові та організаційні питання охорони праці;
- основи гігієни праці та виробничої санітарії;
- основи техніки безпеки;
- пожежна безпека.

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

Небезпечний (виробничий) чинник – виробничий чинник, вплив якого на працівника в певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті.

Шкідливий (виробничий) чинник – виробничий чинник, вплив якого за певних умов може призвести до захворювання, зниження працездатності і (або) негативного впливу на здоров'я нащадків.

Гранично допустиме значення шкідливого (виробничого) чинника – граничне значення величини шкідливого виробничого чинника, вплив якого на людину в разі його щоденної регламентованої тривалості не призводить до зниження працездатності і захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє несприятливого впливу на здоров'я нащадків.

Безпечні умови праці – стан умов праці, за яких вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих чинників усунуто, або вплив шкідливих виробничих чинників не перевищує гранично допустимих значень.

Професійна хвороба; професійне захворювання – патологічний стан людини, обумовлений надмірним напруженням організму, або дією шкідливого виробничого чинника під час трудової діяльності.

Засіб індивідуального захисту (працівника) – засіб захисту, що надягається на тіло працівника або його частину, або використовується працівником під час праці.

Засіб колективного захисту (працівників) – засіб захисту, конструктивно і (або) функціонально пов'язаний з виробничим обладнанням, виробничим процесом, виробничим приміщенням (будівлею) або виробничим майданчиком.

Виробнича санітарія – система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу шкідливих виробничих чинників на працівників.

Гігієна праці – галузь практичної і наукової діяльності, що вивчає стан здоров'я працівників у його обумовленості умовами праці і на цій основі обґрунтовує заходи і засоби щодо збереження і зміцнення здоров'я працівників, профілактики несприятливого впливу умов праці.

Гігієнічний норматив – кількісний показник, який характеризує оптимальний чи допустимий рівень впливу чинників навколишнього і виробничого середовища.

Гігієнічна характеристика умов праці – визначення і оцінка стану умов праці (робочого місця, виробничого середовища, трудового процесу) щодо відповідності їх державним санітарним нормам, правилам, гігієнічним нормативам.

1.1.2 Основні законодавчі акти про охорону праці

Основними законодавчими актами, які визначають основні положення щодо охорони праці, є:

- Конституція України;
- Кодекс законів про працю України;
- Закон України “Про охорону праці”;
- Закон України “Про пожежну безпеку”;
- Закон України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”;
- Закон України “Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”;
- Закон України “Про охорону здоров'я”;
- Закон України “Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку”.

Розглянемо правове поле цих законодавчих актів.

Конституцією України (ст. 43, 45, 46, 49, 56) гарантуються права кожного громадянина:

- на працю;
- на належні, безпечні і здорові умови праці;

- на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом;
- на відпочинок;
- на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування;
- на соціальний захист.

Окрім того, у Конституції України зазначається, що використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється.

Кодекс законів про працю України (КЗпП) регулює трудові відносини всіх працівників, сприяючи зростанню продуктивності праці, поліпшенню якості роботи, підвищенню ефективності суспільного виробництва.

Закон України “Про охорону праці”:

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

Закон України “Про пожежну безпеку”:

- визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України;
- регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Закон України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”:

- регулює суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя;
- визначає відповідні права і обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій та громадян;
- встановлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби і здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні.

Закон України “Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання” визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності або загибелі застрахованих на виробництві.

Основи законодавства України про охорону здоров'я:

- визначають правові, організаційні, економічні та соціальні засади охорони здоров'я в Україні,
- регулюють суспільні відносини у цій галузі з метою забезпечення високої працездатності громадян, усунення факторів, що шкідливо впливають на їх здоров'я, попередження і зниження захворюваності, інвалідності та смертності.

1.1.3 Основні принципи державної політики в галузі охорони праці

Державна політика в галузі охорони праці спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

У Законі України “Про охорону праці” (ст. 4) визначені основні принципи державної політики в галузі охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції;
- комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавних, галузевих, регіональних програм та з урахуванням досягнень у галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств незалежно від форм власності та видів діяльності;
- адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану;
- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці;
- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці.

1.1.4 Гарантії прав громадян на охорону праці

Права громадян на охорону праці при укладанні трудового договору. Умови трудового договору не можуть містити положень, які не відповідають законодавчим та іншим нормативним актам про охорону праці, що діють в Україні.

При укладанні трудового договору громадянин має бути проінформований власником під розписку про умови праці на підприємстві, наявність на робочому місці, де він буде працювати, небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про

його права та пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Права працівників на охорону праці під час роботи на підприємстві. Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Працівник має право відмовитись від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, і навколишнього природного середовища.

Соціальне страхування від нещасних випадків і професійних захворювань. Згідно ст. 5 Закону України “Про охорону праці” особи, які працюють за трудовим договором на підприємствах, в установах, організаціях незалежно від форми власності та виду діяльності підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню. Страхування здійснюється в порядку і на умовах, що визначаються законодавством і колективним договором (угодою, трудовим договором).

Страхування від нещасного випадку, відшкодування шкоди, заподіяної працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я або у разі смерті працівника, здійснює **Фонд соціального страхування від нещасних випадків та професійних захворювань України** відповідно до Закону України “Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”.

Завданнями страхування від нещасного випадку є:

- проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням, викликаними умовами праці;

- відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві від нещасних випадків або професійних захворювань;

- відшкодування шкоди, пов'язаної з втратою застрахованими особами заробітної плати під час виконання трудових обов'язків, надання їм соціальних послуг у зв'язку з ушкодженням здоров'я, а також у разі їх смерті здійснення страхових виплат непрацездатним членам їх сімей.

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

Обов'язки роботодавця щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці. Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

У разі виникнення на підприємстві надзвичайних ситуацій і нещасних випадків власник зобов'язаний вжити термінових заходів для допомоги потерпілим, залучити при необхідності професійні аварійно-рятувальні формування.

Обов'язки працівника виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці. Працівник зобов'язаний:

- знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведіння з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- додержувати зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;

- проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Обов'язкові медичні огляди працівників певних категорій. Власник зобов'язаний за свої кошти організувати проведення попереднього (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному відборі, а також щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року.

Економічне стимулювання охорони праці. До працівників підприємства можуть застосовуватися будь-які заохочення за активну участь та ініціативу в здійсненні заходів щодо підвищення безпеки та покращення умов праці. Види заохочень визначаються колективним договором (угодою, трудовим договором).

Порядок пільгового оподаткування коштів, спрямованих на заходи щодо охорони праці, визначається чинним законодавством про оподаткування.

Застосування штрафних санкцій до підприємств, організацій та установ. За порушення нормативних актів про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища підприємства, організації, установи можуть притягатись органами державного нагляду за охороною праці до сплати штрафу.

Конкретні розміри і порядок накладання штрафів визначаються законодавством. Власник має право оскаржити в місячний строк рішення про стягнення штрафу в судовому порядку.

Відшкодування шкоди у разі ліквідації підприємства. У разі ліквідації підприємства відшкодування шкоди, заподіяної працівникам, іншим

підприємствам або державі порушенням вимог щодо охорони праці, аваріями, нещасними випадками на виробництві та професійними захворюваннями, проводиться в порядку, передбаченому чинним законодавством.

1.1.5 Відповідальність за порушення законодавства та нормативних актів про охорону праці

Відповідно до Закону України “Про охорону праці” (ст. 43, 44) за порушення законодавства та нормативних актів з охорони праці винні особи притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної та кримінальної відповідальності згідно із законом.

Дисциплінарна відповідальність накладається на працівників за порушення трудової дисципліни у вигляді догани або звільнення.

До застосування дисциплінарного стягнення власник або уповноважений ним орган повинен зажадати від порушника трудової дисципліни письмові пояснення.

За кожне порушення трудової дисципліни може бути застосовано лише одне дисциплінарне стягнення. При обранні виду стягнення власник або уповноважений ним орган повинен враховувати ступінь тяжкості вчиненого проступку і заподіяну ним шкоду, обставини, за яких вчинено проступок, і попередню роботу працівника. Стягнення оголошується в наказі (розпорядженні) і повідомляється працівникові під розписку.

Якщо працівник не допустив нового порушення трудової дисципліни і до того ж проявив себе як сумлінний працівник, то стягнення може бути зняте до закінчення одного року. Протягом строку дії дисциплінарного стягнення заходи заохочення до працівника не застосовуються.

Адміністративна відповідальність накладається на посадових осіб та працівників підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності.

Так, відповідно до Кодексу України про адміністративні правопорушення визначається наступне:

– порушення встановлених термінів виплати пенсій, стипендій, заробітної плати, виплата її не в повному обсязі, а також інші порушення вимог законодавства про працю – тягнуть за собою накладання штрафу на посадових осіб підприємств від п’ятнадцяти (15) до п’ятдесяти (50) мінімумів доходів громадян;

– порушення вимог законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці – тягне за собою накладання штрафу на працівників від двох (2) до п’яти (5) мінімумів доходів громадян та на посадових осіб підприємств, – від п’яти (5) до десяти (10) мінімумів доходів громадян.

Матеріальна відповідальність включає обмежену матеріальну відповідальність та повну матеріальну відповідальність як працівників, так і роботодавців.

Обмежену матеріальну відповідальність несуть:

– працівники – за знищення матеріалів, напівфабрикатів, продукції – у розмірі заподіяної з їх вини шкоди, але не більше свого середнього місячного заробітку.

– керівники підприємств та їх заступники – у розмірі заподіяної з їх вини шкоди, але не більше свого середнього місячного заробітку, якщо шкоду підприємству заподіяно невжиттям необхідних заходів до запобігання випускові недоброякісної продукції, розкраданню, знищенню і зіпсуванню матеріальних, грошових чи культурних цінностей.

Повна матеріальна відповідальність настає у випадках, коли:

– шкоди завдано діями працівника, які мають ознаки діянь, переслідуваних у кримінальному порядку;

– шкоди завдано працівником, який був у нетверезому стані;

– шкоди завдано недостатчею, умисним знищенням або умисним пошкодженням матеріалів, або продукції, інструментів, вимірювальних приладів, спеціального одягу та інших предметів, виданих підприємством працівникові в користування;

– шкоди завдано не при виконанні трудових обов'язків;

– службова особа винна в незаконному звільненні або переведенні працівника на іншу роботу;

– керівник підприємства винний у несвоєчасній виплаті заробітної плати понад один місяць.

Кримінальна відповідальність настає, якщо порушення вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів про охорону праці службовою особою підприємства заподіяло шкоду здоров'ю людини або спричинило загибель людей або інші тяжкі наслідки.

Порушення вимог законодавства про охорону праці, що призвело шкоду здоров'ю потерпілого, карається штрафом до п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян або виправними роботами на строк до двох років, або обмеженням волі на той самий строк.

Порушення вимог законодавства про охорону праці, що спричинило загибель людей або інші тяжкі наслідки, карається виправними роботами на строк до двох років, або обмеженням волі на строк до п'яти років.

1.2 Державне управління охороною праці. Організація охорони праці, нагляд та контроль за охороною праці

1.2.1 Управління охороною праці

Є три центри комплексного управління охороною праці (табл.1.1):

- державне управління (не адміністративне);

- управління з боку роботодавця (власника підприємства);
- управління з боку працівника підприємства (трудовим колективом).

Так, держава створює органи державного, регіонального і галузевого управління охороною праці, комплекс наглядових інспекцій; створює систему нормативно-правового, організаційно-управлінського, матеріально-технічного, кадрового, інформаційного і фінансового забезпечення діяльності й охорони праці.

Таблиця 1.1 - Комплексне управління охороною праці

| Охорона праці | | |
|--|---|--|
| 1. Державне управління охороною праці | 2. Управління охороною праці на підприємстві | 3 Управління охороною праці трудовим колективом |
| 1. Кабінет Міністрів України. 2. Камітет по нагляду за охороною праці. 3. Міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади. 4. Виконавчі органи самоврядування. 5. Державні наглядові органи. 6. Фонд соціального страхування. | 1. Керівники структурних підрозділів і допоміжних служб. 2. Служба охорони праці | Працівники. Уповноважені трудового колективу і комісія з питань охорони праці. Профспілки. |

Роботодавець економічно зацікавлений у тому, щоб його працівники не травмувалися, не хворіли і тому забезпечує виконання на підприємстві всіх нормативно-правових актів з охорони праці.

Працівник повинен дбати про здоровий стиль життя і праці, виховувати в собі культуру здоров'я і безпеки, постійно підвищувати кваліфікаційний, фізичний та психологічний стан.

Органи державного управління охороною праці.

Відповідно до статті 31 Закону України “Про охорону праці” державне управління охороною праці здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;
- Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (Держгірпромнагляд);
- міністерства та інші центральні органи виконавчої влади;
- місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

Компетенція Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці:

- забезпечує реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- спрямовує і координує діяльність міністерств, інших центральних органів

виконавчої влади щодо створення безпечних і здорових умов праці та нагляду за охороною праці;

- подає на затвердження Верховною Радою України загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- встановлює єдину державну статистичну звітність з питань охорони праці.

Повноваження Держгірпромнагляду:

– здійснює комплексне управління охороною праці на державному рівні, реалізує державну політику в цій галузі та здійснює контроль за виконанням функцій державного управління охороною праці;

– розробляє загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання;

– розробляє та затверджує правила, норми, положення, інструкції та інші нормативно-правові акти з охорони праці або зміни до них;

– бере участь у міжнародному співробітництві та в організації виконання міжнародних договорів з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, вивчає, узагальнює і поширює світовий досвід з цих питань;

– координує роботу міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності в галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

– одержує безоплатно від міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів статистики, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності відомості та інформацію, необхідні для виконання покладених на нього завдань.

Повноваження міністерств та інших центральних органів виконавчої влади в галузі охорони праці:

– проводять єдину науково-технічну політику в галузі охорони праці;

– розробляють і реалізують галузеві програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за участю профспілок;

– здійснюють методичне керівництво діяльністю підприємств галузі з охорони праці;

– беруть участь в опрацюванні та перегляді нормативно-правових актів з охорони праці;

– організують навчання і перевірку знань з питань охорони праці;

– створюють у разі потреби аварійно-рятувальні служби;

– здійснюють відомчий контроль за станом охорони праці на підприємствах галузі.

Повноваження місцевих державних адміністрацій в галузі охорони праці:

– забезпечують виконання законів та реалізацію державної політики в галузі охорони праці;

– забезпечують соціальний захист найманих працівників, зокрема зайнятих на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці, вживають заходів до

проведення атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці;

- здійснюють контроль за додержанням суб'єктами підприємницької діяльності нормативно-правових актів про охорону праці;

- формують за участю представників профспілок, Фонду соціального страхування від нещасних випадків і забезпечують виконання цільових регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також заходів з охорони праці у складі програм соціально-економічного і культурного розвитку регіонів;

- вносять пропозиції щодо створення регіональних (комунальних) аварійно-рятувальних служб для обслуговування відповідних територій та об'єктів комунальної власності.

Повноваження органів місцевого самоврядування в галузі охорони праці:

- затверджують цільові регіональні програми поліпшення стану безпеки, умов праці та виробничого середовища, а також заходи з охорони праці у складі програм соціально-економічного і культурного розвитку регіонів;

- приймають рішення щодо створення комунальних аварійно-рятувальних служб для обслуговування відповідних територій та об'єктів комунальної власності.

1.2.2 Система управління охороною праці на підприємстві

Система управління охороною праці (далі – СУОП) створюється суб'єктом господарювання і має передбачати підготовку, прийняття та реалізацію завдань щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності найманих працівників у процесі їх трудової діяльності.

Метою управління охороною праці є реалізація конституційних прав працівників і вимог нормативно-правових актів щодо збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці, створення безпечних і нешкідливих умов праці, покращення виробничого побуту, запобігання травматизму, профзахворюванням.

Система управління охороною праці СУОП – частина загальної системи управління організацією, яка сприяє запобіганню нещасним випадкам та професійним захворюванням на виробництві, а також небезпеки для третіх осіб, що виникають у процесі господарювання, і включає в себе комплекс взаємопов'язаних заходів на виконання вимог законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці.

Структура СУОП на підприємстві представлена на рис. 1.3.

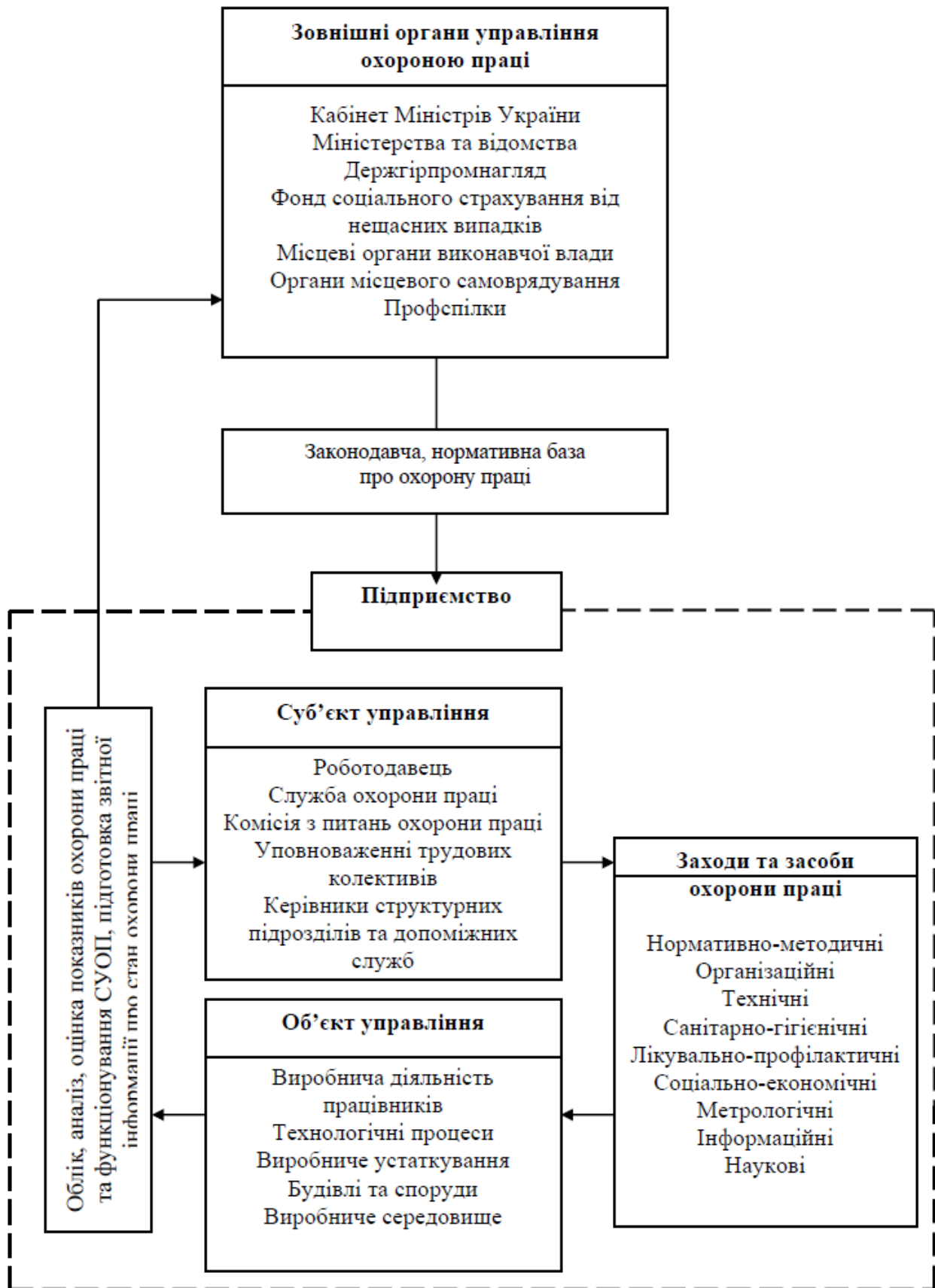


Рисунок 1.3 - Структура СУОП на підприємстві

Суб'єктом управління охороною праці на підприємстві є роботодавець, служба охорони праці, керівники структурних підрозділів та допоміжних служб, комісія з питань охорони праці, уповноважені трудових колективів.

Об'єктом управління є виробнича діяльність працівників, технологічні процеси, виробниче устаткування, будівлі та споруди, виробниче середовище.

Основні завдання управління охороною праці:

- навчання працівників безпечних методів праці та пропаганда питань охорони праці;

- забезпечення безпечності технологічних процесів, виробничого устаткування, будівель та споруд;

- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;

- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;

- забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку працівників;

- організація лікувально-профілактичного обслуговування працівників;

- професійний добір працівників з окремих професій;

- удосконалення нормативної бази з питань охорони праці.

- створення нормативно-правової бази з охорони праці на підприємстві;

- проведення атестації робочих місць за умовами праці, створення санітарно-побутових умов праці;

- проведення медичних оглядів працівників, організація лікувально-профілактичного харчування працівників, зайнятих на роботах із небезпечними та шкідливими умовами праці, дотримання вимог щодо охорони праці жінок, неповнолітніх та інвалідів;

- дотримання прав і соціальних гарантій працівників, надання пільг і компенсацій за роботу зі шкідливими і небезпечними умовами праці;

- розробка і реалізація науково обґрунтованих рішень з питань безпеки і поліпшення умов праці, прогнозування соціально-економічних наслідків нещасних випадків і аварій, моделювання аварійних ситуацій, розробка заходів щодо їх запобігання, оцінка ефективності управління охороною праці;

- інформування працівників щодо стану виробничого травматизму, проведення навчання з питань охорони праці.

1.2.3 Служба охорони праці на підприємстві

Згідно з Законом України “Про охорону праці” (ст. 15) служба охорони праці створюється роботодавцем для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці.

Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб та підпорядковується роботодавцю.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають виробничий стаж роботи не менше трьох років і пройшли навчання з охорони праці.

Основні завдання служби охорони праці на підприємстві:

- опрацювання ефективної системи управління охороною праці на підприємстві;
- організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів;
- запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням;
- вивчення та сприяння впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивних і безпечних технологій, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працівників;
- контроль за дотриманням працівниками вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці;
- інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

Служба охорони праці виконує наступні функції:

- проводить з працівниками вступний інструктаж з охорони праці;
- готує проекти наказів та розпоряджень з питань охорони праці;
- складає звітність з охорони праці за встановленими формами;
- веде облік та аналіз причин виробничого травматизму, професійної захворюваності;
- розглядає: питання про підтвердження наявності небезпечної виробничої ситуації, що стала причиною відмови працівника від виконання дорученої роботи; листи, заяви, скарги працівників підприємства, що стосуються питань додержання законодавства про охорону праці;
- організовує: забезпечення підрозділів нормативно-правовими актами та актами з охорони праці, що діють в межах підприємства, посібниками, навчальними матеріалами з цих питань; роботу кабінету з охорони праці, підготовку інформаційних стендів, кутків з охорони праці тощо; наради, семінари, конкурси з питань охорони праці; пропаганду з питань охорони праці з використанням інформаційних засобів;
- бере участь у: розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві; проведенні внутрішнього аудиту охорони праці та атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці; роботі комісій з приймання в експлуатацію закінчених будівництвом, реконструкцією або технічним переозброєнням об'єктів виробничого та соціально-культурного призначення; розробці

положень, інструкцій, актів з охорони (безпеки) праці, що діють у межах підприємства; складанні переліків професій і посад, згідно з якими працівники повинні проходити обов'язкові попередні і періодичні медичні огляди; організації навчання з питань охорони праці; роботі комісії з перевірки знань з питань охорони праці;

– контролює: виконання заходів, передбачених програмами, планами щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, колективним договором; проведення ідентифікації та декларуванням безпеки об'єктів підвищеної небезпеки; наявність у підрозділах інструкцій з охорони праці згідно з переліком професій, посад і видів робіт, своєчасним внесенням в них змін; своєчасне проведення необхідних випробувань і технічних оглядів устаткування; своєчасне проведення навчання з питань охорони праці, всіх видів інструктажу з охорони праці; забезпечення працівників відповідно до законодавства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального та колективного захисту, мийними та знешкоджувальними засобами; своєчасне і правильне надання працівникам пільг і компенсацій за важкі та шкідливі умови праці; використання цільових коштів, виділених для виконання комплексних заходів для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці; застосування праці жінок, інвалідів і осіб, молодших 18 років, відповідно до законодавства; проведенням попередніх (під час прийняття на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, щорічних обов'язкових медичних оглядів осіб віком до 21 року.

1.2.4 Комісія з питань охорони праці на підприємстві

Відповідно до статті 16 Закону України “Про охорону праці” на підприємстві з метою забезпечення участі працівників у вирішенні будь-яких питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за рішенням трудового колективу може створюватися комісія з питань охорони праці.

Комісія є постійно діючим консультативним органом – це спеціалісти з безпеки, гігієни праці та професійної спілки.

Основними завданнями комісії є:

– захист законних прав та інтересів працівників у галузі охорони праці;

– підготовка рекомендацій роботодавцю та працівникам щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань;

– захист прав та інтересів потерпілих працівників під час розгляду питань щодо призначення їм страхових виплат за загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Комісія має право:

– звертатись до роботодавця, трудового колективу, профспілкового комітету

або іншого уповноваженого на представництво трудовим колективом органу, відповідних служб підприємства з пропозиціями щодо регулювання відносин у сфері охорони праці;

– здійснювати контроль за дотриманням вимог законодавства з охорони праці безпосередньо на робочих місцях, забезпеченням працівників засобами колективного та індивідуального захисту, мийними та знешкоджувальними засобами, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою та використанням санітарно-побутових приміщень тощо;

– ознайомлюватися з будь-якими матеріалами з охорони праці, аналізувати стан умов і безпеки праці на підприємстві, виконання відповідних програм і колективних договорів;

– вільного доступу на всі ділянки підприємства і обговорення з працівниками питань охорони праці.

1.2.5 Навчання з питань охорони праці

Порядок навчання та перевірки знань з питань охорони праці посадових осіб та інших працівників у процесі трудової діяльності, а також учнів, курсантів, слухачів та студентів навчальних закладів під час трудового і професійного навчання встановлюється статтею 18 Закону України “Про охорону праці” та “Типовим положенням про порядок навчання і перевірки знань з питань охорони праці”.

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи, а також учні, курсанти, слухачі та студенти під час трудового і професійного навчання проходять на підприємстві інструктажі, навчання та перевірку знань з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж та стихійних лих.

Навчання з питань охорони праці при прийнятті на роботу і в процесі роботи. Організація навчання і перевірки знань з питань охорони праці працівників при підготовці, перепідготовці, підвищенні кваліфікації на підприємстві здійснюють працівники служби кадрів або інші спеціалісти, яким, керівником підприємства, доручена організація цієї роботи. Підготовка працівників для виконання робіт з підвищеною небезпекою здійснюється тільки в закладах освіти, які одержали в установленому порядку ліцензію Міністерства та дозвіл Держнаглядохоронпраці на проведення такого навчання.

На підприємстві для перевірки знань працівників з питань охорони праці наказом керівника створюються постійно діючі комісії. Головами комісій призначаються заступники керівників підприємств, в службові обов'язки яких входить організація роботи з охорони праці. До складу комісій входять спеціалісти служби охорони праці, юридичної, виробничої і технічних служб,

представники органів держнагляду за охороною праці та профспілок. Перед перевіркою знань працівників з питань охорони праці на підприємстві організовуються заняття: лекції, семінари та консультації.

Навчання і перевірка знань з питань охорони праці посадових осіб і спеціалістів відповідно до ДНАОП 0.00-8.01-93 "Перелік посад посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці" проводиться до початку виконання ними своїх обов'язків, а також періодично, один раз на три роки.

Вивчення питань охорони праці у закладах освіти. Навчальні плани закладів освіти всіх рівнів, незалежно від їх галузевого підпорядкування і форм власності, повинні передбачати вивчення питань охорони праці.

У дошкільних закладах освіти вихованці вивчають питання охорони життя, здоров'я та норм поведінки.

У середніх закладах освіти вивчають питання охорони життя, здоров'я та безпеки праці.

Учні професійно-технічних закладів освіти вивчають дисципліну "Охорона праці".

У вищих закладах освіти студенти вивчають комплекс нормативних навчальних дисциплін "Безпека життєдіяльності", "Основи охорони праці", "Охорона праці в галузі", а також окремі питання (розділи) з охорони праці та безпеки життєдіяльності в загальнотехнічних і спеціальних дисциплінах, які органічно пов'язані з їх тематикою.

Інструктажі з питань охорони праці. За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Види інструктажів та порядок їх проведення представлені у табл. 1.2.

Вступний інструктаж проводиться:

– з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;

– з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;

– з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання чи у разі екскурсії на підприємство.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи з працівником:

– який новоприйнятий постійно чи тимчасово на підприємство;

– який переводиться з одного структурного підрозділу підприємства до іншого;

– який виконуватиме нову для нього роботу;

– відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Таблиця 1.2 - Види інструктажів та порядок їх проведення

| Вид інструктажу | Місце проведення інструктажу | Особа, яка проводить інструктаж | Запис про проведення |
|-----------------|--|---|--|
| Вступний | Кабінет охорони праці | Спеціаліст служби охорони праці | Журнал реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці |
| Первинний | Безпосередньо на робочому місці | Безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер) або фізична особа, яка використовує найману працю | Журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці або наряд-допуск (при цільовому інструктажі) |
| Повторний | На робочому місці або в кабінеті охорони праці | | |
| Позаплановий | | | |
| Цільовий | На робочому місці | | |

Первинний інструктаж проводиться з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:

- до початку трудового або професійного навчання;
- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Повторний інструктаж проводиться з окремим працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, в наступні терміни: на роботах з підвищеною небезпекою – 1 раз на 3 місяці, для решти робіт – 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;
- при порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при ліквідації аварії або стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Новоприйняті на підприємство працівники після первинного інструктажу на робочому місці до початку самостійної роботи повинні під керівництвом

досвідчених, кваліфікованих працівників пройти стажування протягом не менше 2-15 змін.

1.2.6 Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві

Згідно статті 22 Закону України «Про охорону праці» роботодавець повинен організувати розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій відповідно до положення, що затверджується Кабінетом Міністрів України за погодженням з всеукраїнськими об'єднаннями профспілок. Зараз в Україні діє Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвержене Постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2001 р. № 1094.

Дія цього Положення поширюється на підприємства, установи та організації незалежно від форми власності, на осіб, у тому числі іноземців та осіб без громадянства, які є власниками цих підприємств або уповноваженими ними особами, фізичних осіб – суб'єктів підприємницької діяльності, які відповідно до законодавства використовують найману працю, на осіб, які забезпечують себе роботою самостійно за умови добровільної сплати ними внесків на державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві, а також на осіб, у тому числі іноземців та осіб без громадянства, які працюють на умовах трудового договору (контракту), проходять виробничу практику або залучаються до праці.

Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, що сталися з учнями і студентами навчальних закладів під час навчально-виховного процесу, трудового і професійного навчання в навчальному закладі, визначається МОН.

Розслідування та облік нещасних випадків. Розслідуванню підлягають раптові погіршення стану здоров'я, поранення, травми, у тому числі отримані внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострі професійні захворювання і гострі професійні та інші отруєння, теплові удари, опіки, обмороження, утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, інші ушкодження, отримані внаслідок аварій, пожеж, стихійного лиха (землетруси, зсуви, повені, урагани та інші надзвичайні події), контакту з тваринами, комахами та іншими представниками фауни і флори, що призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності переведення потерпілого на іншу (легшу) роботу терміном не менш як на один робочий день, а також випадки смерті на підприємстві (далі - нещасні випадки).

Про кожний нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи

іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до надання необхідної допомоги.

Керівник робіт (уповноважена особа підприємства) у свою чергу зобов'язаний:

- терміново організувати надання медичної допомоги потерпілому, у разі необхідності доставити його до лікувально-профілактичного закладу;
- повідомити про те, що сталося, роботодавця, відповідну профспілкову організацію;
- зберегти до прибуття комісії з розслідування обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент події (якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків.

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок, крім випадків із смертельним наслідком та групових, організує його розслідування і утворює комісію з розслідування.

У разі групового нещасного випадку, нещасного випадку із смертельним наслідком, роботодавець зобов'язаний негайно передати засобами зв'язку повідомлення за встановленою формою:

- відповідному територіальному органу Держгірпромнагляду;
- відповідному органу прокуратури за місцем виникнення нещасного випадку;
- відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду;
- органу, до сфери управління якого належить це підприємство (у разі його відсутності - відповідній місцевій держадміністрації або виконавчому органу місцевого самоврядування);
- відповідній установі (закладу) санітарно-епідеміологічної служби у разі виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь);
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- вищестоящому профспілковому органу;
- відповідному органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та іншим органам (у разі необхідності).

Склад комісії, терміни та матеріали розслідування, акт розслідування.

До складу комісії з розслідування включаються:

- керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа (спеціаліст), на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (голова цієї комісії);
- керівник структурного підрозділу або головний спеціаліст;
- представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;
- інші особи.

Керівник робіт, який безпосередньо відповідає за охорону праці на місці, де стався нещасний випадок, до складу комісії з розслідування не включається.

У разі настання нещасного випадку з можливою інвалідністю до складу комісії з розслідування включається також представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

У разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) до складу комісії з розслідування включається також спеціаліст відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби та відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

Потерпілий або його довірена особа має право брати участь в розслідуванні нещасного випадку.

У разі настання нещасного випадку з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, за умови добровільної сплати нею внесків на державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві розслідування організує відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду. Головою комісії з розслідування призначається представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду, а до складу цієї комісії включається потерпілий або його довірена особа, спеціаліст з охорони праці відповідної місцевої держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий.

Комісія з розслідування зобов'язана протягом трьох діб:

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і осіб, які причетні до нього, та одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо;
- визначити відповідність умов і безпеки праці вимогам нормативно-правових актів про охорону праці;
- з'ясувати обставини і причини, що призвели до нещасного випадку, визначити, пов'язаний чи не пов'язаний цей випадок з виробництвом;
- визначити осіб, які допустили порушення нормативно-правових актів про охорону праці, а також розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам;
- скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-5 у двох примірниках, а також акт за формою Н-1 або акт за формою НТ про потерпілого у шести примірниках і передати його на затвердження роботодавцю;
- у випадках виникнення гострих професійних захворювань (отруєнь), крім акта за формою Н-1, складається також карта обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5.

До першого примірника акта розслідування нещасного випадку за формою Н-5 (далі - акт розслідування нещасного випадку) додаються акт за формою Н-1 або НТ, пояснення свідків, потерпілого, витяги з експлуатаційної документації, схеми, фотографії та інші документи, що характеризують стан робочого місця (устаткування, машини, апаратура тощо), у разі необхідності також медичний висновок про наявність в організмі потерпілого алкоголю, отруйних чи наркотичних речовин.

Нещасні випадки, про які складаються акти за формою Н-1 або НТ, беруться на облік і реєструються роботодавцем у спеціальному журналі.

Роботодавець повинен розглянути і затвердити акти за формою Н-1 або НТ протягом доби після закінчення розслідування, а щодо випадків, які сталися за межами підприємства, - протягом доби після одержання необхідних матеріалів.

Затверджені акти протягом трьох діб надсилаються:

- потерпілому або його довірній особі разом з актом розслідування нещасного випадку;
- керівникові цеху або іншого структурного підрозділу, дільниці, місця, де стався нещасний випадок, для здійснення заходів щодо запобігання подібним випадкам;
- відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду разом з копією акта розслідування нещасного випадку;
- відповідному територіальному органу Держгірпромнагляду;
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- керівникові (спеціалістові) служби охорони праці підприємства або посадовій особі (спеціалісту), на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці.

На вимогу потерпілого голова комісії з розслідування зобов'язаний ознайомити потерпілого або його довірену особу з матеріалами розслідування нещасного випадку.

Копія акта за формою Н-1 надсилається органу, до сфери управління якого належить підприємство. У разі виявлення гострого професійного захворювання копія акта за формою Н-1 та карта обліку гострого професійного захворювання за формою П-5 надсилається також до відповідної установи державної санітарно-епідеміологічної служби.

Акти розслідування нещасного випадку, акти за формою Н-1 або НТ разом з матеріалами розслідування підлягають зберіганню протягом 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий.

По закінченні періоду тимчасової непрацездатності або у разі смерті потерпілого роботодавець, який бере на облік нещасний випадок, складає повідомлення про наслідки нещасного випадку за формою Н-2 і в десятиденний термін надсилає його організаціям і посадовим особам, яким надсилався акт за формою Н-1 або НТ. Повідомлення про наслідки нещасного випадку обов'язково додається до акта за формою Н-1 або НТ і підлягає зберіганню разом з ним.

Посадова особа Держгірпромнагляду має право у разі необхідності із залученням представників відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду та профспілкової організації, членом якої є потерпілий, проводити розслідування нещасного випадку (надходження скарги, незгода з висновками розслідування обставин та причин нещасного випадку або його приховання тощо) і видавати обов'язкові для виконання роботодавцем приписи за формою Н-9 щодо необхідності визнання нещасного випадку пов'язаним з виробництвом, складання або перегляду акта за формою Н-1 та взяття його на облік.

Порядок проведення спеціального розслідування нещасного випадку.

Спеціальне розслідування організує роботодавець (якщо постраждав сам роботодавець, – орган, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності – відповідна місцева держадміністрація або виконавчий орган місцевого самоврядування). Розслідування проводиться комісією із спеціального розслідування, яка призначається наказом керівника територіального органу Держнаглядохоронпраці за погодженням з органами, представники яких входять до складу цієї комісії.

До складу комісії із спеціального розслідування включаються: посадова особа органу державного нагляду за охороною праці (голова комісії), представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду, представники органу, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності - відповідної місцевої держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування, роботодавця, профспілкової організації, членом якої є потерпілий, вищестоящого профспілкового органу або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, а у разі розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь) також спеціаліст відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби.

Залежно від конкретних умов (кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії тощо) до складу комісії із спеціального розслідування можуть бути включені спеціалісти відповідного органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, представники органів охорони здоров'я та інших органів.

Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, під час якого загинуло 2-4 особи, проводиться комісією, яка призначається наказом керівника Держгірпромнагляду, і або його територіального органу, а випадку, під час якого загинуло 5 і більше осіб або травмовано 10 і більше осіб, проводиться комісією, яка призначається наказом Держгірпромнагляду, якщо з цього приводу не було прийнято спеціального рішення Кабінету Міністрів України.

Спеціальне розслідування нещасних випадків проводиться протягом не більше 10 робочих днів. У разі необхідності встановлений термін може бути продовжений органом, який призначив розслідування.

За результатами розслідування складається акт спеціального розслідування за формою Н-5, а також оформляються інші матеріали, передбачені Положенням, у тому числі карта обліку професійного захворювання (отруєння) на кожного потерпілого за формою П-5, якщо нещасний випадок пов'язаний з гострим професійним захворюванням (отруєнням).

Акт спеціального розслідування підписується головою і всіма членами комісії із спеціального розслідування. У разі незгоди із змістом акта член комісії у письмовій формі викладає свою окрему думку.

Акт за формою Н-1 або НТ на кожного потерпілого складається відповідно до акта спеціального розслідування у двох примірниках, підписується головою

та членами комісії із спеціального розслідування і затверджується роботодавцем протягом доби після одержання цих документів.

Для встановлення причин нещасних випадків і розроблення заходів щодо запобігання подібним випадкам комісія із спеціального розслідування має право вимагати від роботодавця утворення експертної комісії із залученням до її роботи за рахунок підприємства експертів - спеціалістів науково-дослідних, проектно-конструкторських та інших організацій, органів виконавчої влади та державного нагляду за охороною праці.

Медичні заклади, судово-медична експертиза, органи прокуратури і внутрішніх справ та інші органи зобов'язані згідно із законодавством безоплатно надавати на запит посадових осіб Держнаглядохоронпраці або Фонду, які є членами комісії із спеціального розслідування, відповідні матеріали та висновки щодо нещасного випадку.

Під час розслідування роботодавець зобов'язаний:

- зробити у разі необхідності фотознімки місця нещасного випадку, пошкодженого об'єкта, устаткування, інструменту, а також надати технічну документацію та інші необхідні матеріали;
- надати транспортні засоби, засоби зв'язку, службові приміщення для роботи комісії із спеціального розслідування, експертної комісії;
- організувати у разі розслідування випадків виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) проведення медичного обстеження працівників відповідної ділянки підприємства;
- забезпечити проведення необхідних лабораторних досліджень і випробувань, технічних розрахунків та інших робіт;
- організувати друкування, розмноження і оформлення в необхідній кількості матеріалів спеціального розслідування.

Роботодавець, працівником якого є потерпілий, компенсує витрати, пов'язані з діяльністю комісії із спеціального розслідування та залучених до її роботи спеціалістів. Роботодавець у п'ятиденний термін з моменту підписання акта спеціального розслідування нещасного випадку чи одержання припису посадової особи Держнаглядохоронпраці щодо взяття на облік нещасного випадку зобов'язаний розглянути ці матеріали і видати наказ про здійснення запропонованих заходів щодо запобігання виникненню подібних випадків, а також притягнути до відповідальності працівників, які допустили порушення законодавства про охорону праці.

Перший примірник матеріалів розслідування залишається на підприємстві. Потерпілому або членам його сім'ї, довіреній особі надсилається затверджений акт за формою Н-1 або НТ разом з копією акта спеціального розслідування нещасного випадку.

Звітність та інформація про нещасні випадки, аналіз їх причин. Роботодавець на підставі актів за формою Н-1 складає державну статистичну звітність про потерпілих за формою, затвердженою Держкомстатом, і подає її в установленому порядку відповідним організаціям, а також несе відповідальність за її достовірність згідно із законодавством.

Роботодавець зобов'язаний проводити аналіз причин нещасних випадків за підсумками кварталу, півріччя і року та розробляти і здійснювати заходи щодо запобігання подібним випадкам.

Органи, до сфери управління яких належать підприємства, місцеві держадміністрації, виконавчі органи місцевого самоврядування зобов'язані аналізувати обставини і причини нещасних випадків за підсумками півріччя і року, доводити результати цього аналізу до відома підприємств, що належать до сфери їх управління, а також розробляти і здійснювати заходи щодо запобігання подібним випадкам.

Органи державного управління, державного нагляду за охороною праці, Фонд та профспілкові організації в межах своєї компетенції перевіряють ефективність профілактики нещасних випадків, вживають заходів до виявлення та усунення порушень.

Підприємства, органи, до сфери управління яких належать підприємства, а також Фонд ведуть облік усіх пов'язаних з виробництвом нещасних випадків.

Розслідування та облік професійних захворювань. Розслідуванню підлягають усі вперше виявлені випадки хронічних професійних захворювань і отруєнь (далі - професійні захворювання).

Професійний характер захворювання визначається експертною комісією у складі спеціалістів лікувально-профілактичного закладу, якому надано таке право МОЗ.

У разі необхідності до роботи експертної комісії залучаються спеціалісти (представники) підприємства, робочого органу виконавчої дирекції Фонду, профспілкової організації, членом якої є потерпілий.

Віднесення захворювання до професійного проводиться відповідно до Порядку встановлення зв'язку захворювання з умовами праці.

Зв'язок професійного захворювання з умовами праці працівника визначається на підставі клінічних даних і санітарно-гігієнічної характеристики умов праці, яка складається відповідною установою (закладом) державної санітарно-епідеміологічної служби за участю спеціалістів (представників) підприємства, профспілок та робочого органу виконавчої дирекції Фонду. Санітарно-гігієнічна характеристика видається на запит керівника лікувально-профілактичного закладу, що обслуговує підприємство, або спеціаліста з профпатології міста (області), завідуючого відділенням профпатології міської (обласної) лікарні.

На кожного хворого клініками науково-дослідних інститутів, відділеннями професійних захворювань лікувально-профілактичних закладів складається повідомлення за формою П-3. Протягом трьох діб після встановлення остаточного діагнозу повідомлення надсилається роботодавцю або керівнику підприємства, шкідливі виробничі фактори на якому призвели до виникнення професійного захворювання, відповідній установі (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби та лікувально-профілактичному закладу, які обслуговують це підприємство, відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду.

Роботодавець організовує розслідування кожного випадку виявлення професійного захворювання протягом десяти робочих днів з моменту одержання повідомлення.

Розслідування випадку професійного захворювання проводиться комісією у складі представників: відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби (голова комісії); лікувально-профілактичного закладу; підприємства; профспілкової організації, членом якої є хворий; або уповноваженого трудового колективу з питань охорони праці, якщо хворий не є членом профспілки; відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

До розслідування в разі необхідності можуть залучатися представники інших органів.

Роботодавець зобов'язаний подати комісії з розслідування дані лабораторних досліджень шкідливих факторів виробничого процесу, необхідну документацію (технологічні регламенти, вимоги і нормативи з безпеки праці тощо), забезпечити комісію приміщенням, транспортними засобами і засобами зв'язку, організувати друкування, розмноження і оформлення в необхідній кількості матеріалів розслідування.

Комісія з розслідування зобов'язана:

- скласти програму розслідування причин професійного захворювання;
- розподілити функції між членами комісії;
- розглянути питання про необхідність залучення до її роботи експертів;
- провести розслідування обставин та причин професійного захворювання;
- скласти акт розслідування за формою П-4, у якому зазначити заходи щодо запобігання розвитку професійного захворювання, забезпечення нормалізації умов праці, а також назвати осіб, які не виконали відповідні вимоги (правила, гігієнічні регламенти).

Акт розслідування причин професійного захворювання складається комісією з розслідування у шести примірниках протягом трьох діб після закінчення розслідування та надсилається роботодавцем хворому, лікувально-профілактичному закладу, який обслуговує це підприємство, робочому органу виконавчої дирекції Фонду та профспілковій організації, членом якої є хворий. Один примірник акта надсилається відповідній установі (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби для аналізу і контролю за здійсненням заходів.

Перший примірник акта розслідування залишається на підприємстві, де зберігається протягом 45 років.

Роботодавець зобов'язаний у п'ятиденний термін після закінчення розслідування причин професійного захворювання розглянути його матеріали та видати наказ про заходи щодо запобігання професійним захворюванням, а також про притягнення до відповідальності осіб, з вини яких допущено порушення санітарних норм і правил, що призвели до виникнення професійного захворювання.

Про здійснення запропонованих комісією з розслідування заходів щодо запобігання професійним захворюванням роботодавець письмово інформує

відповідну установу (заклад) державної санітарно-епідеміологічної служби протягом терміну, зазначеного в акті.

У разі втрати працівником працездатності внаслідок професійного захворювання роботодавець направляє потерпілого на МСЕК для розгляду питання подальшої його працездатності.

Контроль за своєчасністю і об'єктивністю розслідування професійних захворювань, їх документальним оформленням, виконанням заходів щодо усунення причин здійснюють установи (заклади) державної санітарно-епідеміологічної служби, Фонд, профспілки та уповноважені трудових колективів з питань охорони праці відповідно до їх компетенції.

Реєстрація та облік випадків професійних захворювань ведеться в спеціальному журналі.

До цього журналу також вносяться дані щодо працездатності кожного працівника, в якого виявлено професійне захворювання.

У разі виявлення у працівника кількох професійних захворювань потерпілий реєструється в журналі один раз із зазначенням усіх його діагнозів.

Установи (заклади) державної санітарно-епідеміологічної служби на підставі актів розслідування випадків професійних захворювань складають карти обліку професійних захворювань за формою П-5. Ці карти і записи на магнітних носіях зберігаються у відповідній установі (закладі) державної санітарно-епідеміологічної служби та в МОЗ протягом 45 років.

Розслідування та облік аварій. Про аварію свідок повинен негайно повідомити безпосереднього керівника робіт або іншу посадову особу підприємства, які в свою чергу зобов'язані повідомити роботодавця.

Роботодавець або особа, яка керує виробництвом під час зміни, зобов'язані діяти згідно з планом ліквідації аварії, вжити першочергових заходів щодо рятування потерпілих і надання їм медичної допомоги, запобігання подальшому поширенню аварії, встановлення меж небезпечної зони та обмеження доступу до неї людей.

На підприємстві згідно з вимогами законодавчих та інших нормативно-правових актів з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та охорони праці повинні бути розроблені і затверджені роботодавцем:

- план попередження надзвичайних ситуацій, у якому визначаються можливі аварії та інші надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру, прогнозуються наслідки, визначаються заходи щодо їх ліквідації, терміни виконання, а також сили і засоби, що для цього залучаються;

- план ліквідації аварій (надзвичайних ситуацій), у якому перелічуються всі можливі аварії та інші надзвичайні ситуації, визначаються дії посадових осіб і працівників підприємства під час їх виникнення, обов'язки працівників професійних аварійно-рятувальних служб або працівників інших підприємств, які залучаються до ліквідації надзвичайних ситуацій.

Роботодавець або уповноважена ним особа зобов'язаний негайно повідомити про аварію територіальний орган Держнаглядохоронпраці, орган, до сфери управління якого належить підприємство, відповідну місцеву

держадміністрацію або виконавчий орган місцевого самоврядування, штаб цивільної оборони та з надзвичайних ситуацій, прокуратуру за місцем виникнення аварії і відповідний профспілковий орган, а в разі травмування або загибелі працівників також відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду.

Положення про розслідування нещасних випадків. Розслідування аварій без нещасних випадків проводиться комісіями з розслідування, що утворюються.

Головою комісії призначається представник органу, до сфери управління якого належить підприємство, місцевого органу виконавчої влади або представник органу державного нагляду за охороною праці чи МНС.

У ході розслідування комісія з розслідування визначає характер аварії, з'ясовує обставини, що спричинили її, встановлює факти порушення вимог законодавства та нормативних актів з питань охорони праці, цивільної оборони, правил експлуатації устаткування та технологічних регламентів, визначає якість виконання будівельно-монтажних робіт або окремих вузлів, конструкцій, їх відповідність вимогам технічних і галузевих нормативних актів та проекту, встановлює осіб, що несуть відповідальність за виникнення аварії, намічає заходи щодо ліквідації її наслідків та запобігання подібним аваріям.

Комісія з розслідування зобов'язана протягом десяти робочих днів розслідувати аварію і скласти акт за формою Н-5. Шкода, заподіяна аварією, визначається з урахуванням втрат, зазначених у додатку Положення про розслідування.

Залежно від характеру аварії у разі необхідності проведення додаткових досліджень або експертизи зазначений термін може бути продовжений органом, який призначив комісію.

За результатами розслідування аварії роботодавець видає наказ, яким відповідно до висновків комісії з розслідування затверджує заходи щодо запобігання подібним аваріям і притягає до відповідальності працівників за порушення законодавства про охорону праці.

Технічне оформлення матеріалів розслідування аварії проводить підприємство, де сталася аварія, яке в п'ятиденний термін після закінчення розслідування надсилає їх прокуратурі та органам, представники яких брали участь у розслідуванні.

Перший примірник акта розслідування аварії, внаслідок якої не сталася нещасного випадку, зберігається на підприємстві до завершення термінів здійснення заходів, визначених комісією з розслідування, але не менше двох років.

Роботодавець зобов'язаний проаналізувати причини аварії та розробити заходи щодо запобігання подібним аваріям у подальшому.

Державна статистична звітність щодо аварій затверджується Держкомстатом за поданням Держнаглядохоронпраці.

Письмову інформацію про здійснення заходів, запропонованих комісією з розслідування, роботодавець подає організаціям, представники яких брали участь у розслідуванні, у терміни, зазначені в акті розслідування аварії.

1.2.7 Аналіз, прогнозування, профілактика травматизму та професійної захворюваності

Причини виробничого травматизму поділяються на організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, економічні, психофізіологічні (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 - Причини виробничого травматизму

До технічних причин можна віднести:

- недосконалість технологічних процесів;
- несправність виробничого устаткування, механізмів, машин, інструментів;
- конструктивні недоліки обладнання, недосконалість або відсутність засобів колективного захисту працівників;
- зношеність устаткування.

Санітарно-гігієнічні причини: підвищений рівень шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвукових коливань, підвищена запыленість та загазованість повітря робочої зони, недостатнє освітлення робочої зони, підвищений рівень інфрачервоних та ультрафіолетових випромінювань, незадовільні мікрокліматичні умови; порушення правил особистої гігієни.

Втома, емоційні перевантаження, важкість та напруженість праці, монотонність праці, необережність, неуважність, хворобливий стан працівника, несприятливий психологічний клімат у колективі є психофізіологічними причинами травматизму.

До економічних причин можна віднести: нерегулярна виплата зарплати, низький заробіток, робота за сумісництвом.

Методи аналізу виробничого травматизму та професійної захворюваності. Метою аналізу виробничого травматизму та професійної захворюваності є розробка заходів щодо попередження нещасних випадків. Для цього необхідно аналізувати і виявляти причини, що їх зумовлюють. Найбільш розповсюдженими методами аналізу виробничого травматизму є такі: імовірісно-статистичні методи та детерміністичні (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 - Методи аналізу виробничого травматизму

Статистичний метод базується на вивченні травматизму за документами, звітною інформацією, актами форми Н-1, журналами реєстрації. Даний метод дозволяє визначити динаміку травматизму та його тяжкість на окремих дільницях виробництва, цехах, підприємстві в цілому, провести порівняльний аналіз з іншими підприємствами галузі, виявити закономірності зростання чи зниження. При проведенні статистичного аналізу для характеристики рівня виробничого травматизму на підприємстві і в галузі використовують кількісні та якісні показники.

Коефіцієнт частоти травматизму $K_{ч}$ – це кількість нещасних випадків, які сталися у відповідний період часу (півріччя, рік), на 100 працюючих.

Якісний показник травматизму - коефіцієнт тяжкості травматизму $K_{т}$ (нещасних випадків), характеризує середню втрату працездатності в днях, що припадають на одного потерпілого за звітний період.

Різновидами статистичного методу є груповий і топографічний методи.

При груповому методі травми групуються за окремими однорідними ознаками: часу травмування, кваліфікації, спеціальності і віку потерпілого, видам робіт, причинам нещасних випадків та інші. Це дозволяє визначити найбільш несприятливі ділянки в організації робіт та фактичний стан умов праці в цеху, на підприємстві.

Топографічний метод ґрунтується на тому, що на плані цеху (підприємства) відмічають місця, де сталися нещасні випадки. Це дозволяє наочно бачити місця з підвищеною небезпекою, які вимагають ретельного обстеження та проведення профілактичних заходів. Повторення нещасних випадків у певних місцях свідчить про незадовільний стан охорони праці на даних об'єктах. На ці місця звертають особливу увагу, визначають причини травматизму та розробляють необхідні заходи щодо його профілактики.

Монографічний метод являє собою аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які властиві технологічному процесу, обладнанню, ділянці виробництва, санітарно-гігієнічних умов праці. Цей метод дозволяє поглиблено аналізувати всі обставини нещасного випадку, виявити потенційні небезпечні фактори, які існують на об'єкті, який вивчається. Отримані результати використовують при проектуванні виробництва та для розробки заходів з охорони праці.

Метод експертних оцінок базується на експертних висновках (оцінках) умов праці, на виявленні відповідності технологічного процесу, обладнання, інструментів вимогам стандартів та ергономічним вимогам. Для внесення експертних оцінок назначаються експерти із числа фахівців, які тривалий час займалися питаннями охорони праці.

Метод анкетування полягає в тому, що на основі анкетних даних (анкетування проходять робітники підприємства) розробляють профілактичні заходи щодо попередження нещасних випадків. Цим методом встановлюють в основному причини психофізіологічного характеру.

Економічний метод полягає у вивченні та аналізі економічних втрат, що спричинені виробничим травматизмом, і спрямований на з'ясування економічної ефективності від затрат на розробку та впровадження заходів з охорони праці. Цей метод не дозволяє виявити причини травматизму і тому застосовується як доповнення до інших методів.

Заходи щодо профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності.

Санітарно-гігієнічні заходи: встановлення оптимальних умов праці; створення комфортного мікроклімату на робочих місцях шляхом влаштування систем опалення, вентиляції, кондиціонування; зниження рівнів шуму та вібрації; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; встановлення оптимального режиму праці та відпочинку; створення місць для короткочасного відпочинку працівників; обладнання санітарно-побутових кімнат.

Технічні заходи: розроблення і впровадження безпечного устаткування; механізація та автоматизація виробництва; модернізація технологічного обладнання; впровадження систем автоматичного керування технологічними процесами; використання автоматичних блокувальних засобів.

Організаційні заходи: правильна організація роботи, навчання, контроль та нагляд за охороною праці; дотримання трудового законодавства, державних міжгалузевих та галузевих нормативних актів з охорони праці; впровадження безпечних методів наукової організації праці; пропаганда питань охорони праці; своєчасне проведення планово-попереджувального ремонту устаткування; своєчасне проведення технічних оглядів транспортних, вантажопідіймальних засобів.

Економічні заходи: економічне стимулювання охорони праці; цільове використання коштів, виділених на охорону праці.

Питання для самоконтролю

1. Які законодавчі акти визначають основні положення з питань охорони праці?
2. Назвіть основні положення Закону України “Про охорону праці”.
3. Які основні принципи державної політики в галузі охорони праці?
4. Назвіть права працівників на пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці.
5. Як здійснюється соціальне страхування працівників від нещасних випадків та професійних захворювань на виробництві?
6. Які нормативні акти про охорону праці діють у межах підприємства?
7. Які види відповідальності передбачені законом за порушення законодавства з охорони праці?
8. Назвіть, на які види поділяються інструкції з охорони праці та яким чином здійснюється їх розроблення та перегляд?
9. Які права мають громадяни на охорону праці при укладанні трудового договору та під час роботи?
10. Перелічіть обов’язки роботодавців та працівників щодо виконання вимог охорони праці.
11. Що являють собою нормативно-правові акти з охорони праці та яким чином здійснюється їх кодування?
12. Які органи здійснюють державне управління охороною праці?
13. Що являє собою система управління охороною праці (СУОП)?
14. Назвіть основні функції та завдання управління охороною праці.
15. Назвіть основні положення щодо служби охорони праці підприємства.
16. Сформууйте основні положення щодо комісії з питань охорони праці на підприємстві.

17. Які існують інструктажі з питань охорони праці та який порядок їх проведення?

18. Як здійснюється навчання та перевірка з питань охорони праці працівників на підприємстві?

19. Як здійснюється розслідування та облік нещасних випадків на виробництві?

20. Коли проводиться спеціальне розслідування нещасних випадків на виробництві?

21. Назвіть методи аналізу виробничого травматизму та професійної захворюваності.

22. Перелічіть основні технічні та організаційні заходи щодо профілактики травматизму та професійної захворюваності.

23. За якими основними показниками оцінюється рівень виробничого травматизму та професійної захворюваності?

РОЗДІЛ 2. ГІГІЄНА ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ

2.1 Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Виробнича санітарія – система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу шкідливих виробничих чинників на працівників.

Шкідливий виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов (інтенсивність, тривалість та ін.) може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків.

Небезпечний (виробничий) чинник – виробничий чинник, вплив якого на працівника в певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті.

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Фізичні фактори:

- мікроклімат: підвищене або понижене значення температури, вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання та барометричного тиску;

- неіонізуючі електромагнітні поля і випромінювання: електростатичні поля, постійні магнітні поля (в т.ч. геомагнітне), електричні і магнітні поля промислової частоти (50 Гц), електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону, електромагнітні випромінювання оптичного діапазону (у т.ч. лазерне та ультрафіолетове); іонізуючі випромінювання;

- виробничий шум, ультразвук, інфразвук;

- вібрація (локальна, загальна);

- освітлення – природне (відсутність або недостатність), штучне (недостатня освітленість, пряма і відбита сліпуча блискість, пульсація освітленості);

- рухомі машини і механізми, вироби, падаючі предмети;

- гострі краї обладнання;

-робота на висоті.

Хімічні фактори (хімічні речовини) за характером дії на організм людини поділяються на:

– загальнотоксичні;

– подразнювальні;

– сенсibiliзуючі;

– канцерогенні;

– мутагенні;

– такі, що впливають на репродуктивну функцію.

Хімічні фактори поділяються за шляхом проникання в організм людини через:

- органи дихання;
- шлунково-кишковий тракт;
- шкірні покриви і слизисті оболонки.

Біологічні фактори:

- мікроорганізми-продуценти;
- живі клітини і спори, що містяться в препаратах;
- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, грибки). Психофізіологічні фактори (фізичні навантаження):

- статичні;
- динамічні.

Психофізіологічні фактори (нервово-психічні навантаження):

- інтелектуальні навантаження;
- сенсорні навантаження;
- емоційні навантаження;
- монотонність праці.

2.2 Гігієнічна класифікація праці

Для оцінки існуючих умов та характеру праці на робочих місцях розроблена гігієнічна класифікація праці. Відповідно до класифікації умови праці поділяються на 4 класи: оптимальні, допустимі, шкідливі, небезпечні (екстремальні).

1 клас – оптимальні умови праці – такі умови, за яких зберігається здоров'я працюючих і створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності.

Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

2 клас – допустимі умови праці – характеризуються такими рівнями чинників виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів для робочих місць, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їх потомство в найближчому та віддаленому періоді.

3 клас – шкідливі умови праці – характеризуються наявністю шкідливих виробничих чинників, що перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені:

1 ступінь (3.1) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту зі шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

2 ступінь (3.2) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років та більше);

3 ступінь (3.3) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять, окрім зростання виробничо-обумовленої захворюваності, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (з втратою професійної працездатності в період трудової діяльності);

4 ступінь (3.4) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку важких форм професійних захворювань (з втратою загальної працездатності);

4 клас – небезпечні (екстремальні) умови праці – характеризуються такими рівнями чинників виробничого середовища, вплив яких протягом робочої зміни створює високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень, отруєнь, загрозу для життя.

Робота в умовах перевищення гігієнічних нормативів може бути дозволена тільки при застосуванні засобів колективного та індивідуального захисту і скороченні часу дії шкідливих виробничих факторів (захист часом).

Робота в небезпечних (екстремальних) умовах праці (4 клас) не дозволяється, за винятком ліквідації аварій, проведення екстрених робіт для попередження аварійних ситуацій. Ця робота повинна виконуватись у відповідних засобах індивідуального захисту та регламентованих режимах виконання робіт.

Якщо на робочому місці фактичні значення рівнів шкідливих факторів знаходяться в границях оптимальних або допустимих рівнів, умови праці на цьому робочому місці відповідають гігієнічним вимогам і відносяться відповідно до 1 або 2 класу.

Якщо рівень хоча б одного фактора перевищує допустиму величину, то умови праці на такому робочому місці, залежно від величини перевищення та відповідно до цих гігієнічних критеріїв, як по окремому фактору, так і при їх поєднаній дії можуть бути віднесені до 1-4 ступеня 3 класу шкідливих або 4 класу небезпечних умов праці.

Віднесення факторів до класу визначається з врахуванням часу їх дії протягом зміни. Для віднесення умов праці до 3 класу час дії фактора повинен бути не менше 50% часу зміни. При віднесенні фактора до 4 класу час дії шкідливого фактора не враховується.

2.3 Метеорологічні умови виробничого середовища

Сукупність таких показників виробничого середовища, як температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання, барометричний тиск – називають **метеорологічними умовами, або мікрокліматом**.

Виробничий мікроклімат впливає на хід біологічних процесів в організмі працівників і за певних умов може бути причиною порушення їхнього здоров'я.

Так, при високій температурі порушується водний обмін у зв'язку із значним потовиділенням. Якщо звичайна втрата вологи через випаровування для осіб, які не виконують фізичної роботи, складає 0,8-1,2 г/хв., то при високій температурі вона може складати 2,35-3,10 г/хв. Загальна втрата маси за робочий день може становити 4-8 кг. При цьому разом із водою має місце виведення з організму солей, головним чином хлористого натрію (30-40 г замість 10 г).

Випаровування вологи з поверхні шкіри людини залежить від вологості повітря. Тому поєднання високої температури з високою вологістю особливо негативно впливає на організм та веде до його швидкого перегрівання. Це, в свою чергу, веде до порушення сольової рівноваги з усіма впливаючими наслідками. Порушення водно-сольового обміну позначається на білковому обміні, на функціях травлення, на функції серцево-судинної системи, на слиновиділенні.

Дія перегрівання на організм людини може виявлятися у вигляді гострого перегрівання – гіпертермії. Перегрівання проявляються почервонінням шкіри, посиленням потовиділенням, частішими пульсу та дихання, підвищенням температури тіла. При сильних ступенях перегрівання перш за все з'являються мозкові явища: мерехтіння в очах, шум у вухах, нудота. Під впливом перегрівання спостерігаються ряд нервових розладів – дратівливість, головний біль, безсоння. Іноді перегрівання може проходити у вигляді судорожної хвороби.

Охолодження призводить до розладу кровообігу, зниження імунобіологічних властивостей організму. Раптовий перехід із теплого приміщення в холодне може призвести до застою крові у слизових дихальних шляхів та полегшити проникнення крізь них мікроорганізмів. Охолодження організму сприяє виникненню захворювань робітників на ревматизм, грип та хвороби дихальних шляхів. У зв'язку з охолодженням може розвинутися озноблення пальців рук та ніг, що супроводжується відчуттям зуду, печією на

припухлих місцях. У робітників, які працюють в умовах охолодження, можуть спостерігатися різноманітні невралгії, міальгії та міозити.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровування. Через вологість випаровування утрудняється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровування. Надто низька вологість повітря викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Рухомість повітря визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У жарких виробничих приміщеннях при температурі рухомого повітря до 35°C рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря саме буде віддавати своє тепло тілу людини, викликаючи його нагрівання.

Рухоме повітря при низькій температурі викликає переохолодження організму. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям, значно порушують терморегуляцію організму і можуть викликати простудні захворювання.

За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичні умови поділяють на оптимальні та допустимі.

Для робочої зони виробничих приміщень встановлюються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року. При одночасному виконанні в робочій зоні робіт різної категорії важкості рівні показників мікроклімату повинні встановлюватись з урахуванням найбільш чисельної групи працівників.

Оптимальними мікрокліматичними умовами називають такі параметри мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності людини (табл. 2.1).

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності (табл. 2.2).

Допустимі величини мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальні величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю.

Нормуються показники метеорологічних умов відносно таких параметрів: періоду року; категорії важкості виконуваної роботи; категорії приміщень.

Розрізняють два періоди року:

- теплий період року – період, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря +10 °C і вище;

- холодний період року – період, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря нижче +10 °С.

Таблиця 2.1 - Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

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

Таблиця 2.2 - Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

| Період року | Категорія робіт | Температура, °С | | | | Відносна вологість (%) на робочих місцях - постійних і непостійних | Швидкість руху (м/с) на робочих місцях - постійних і непостійних |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|--|
| | | Верхня межа | | Нижня межа | | | |
| | | На постійних робочих місцях | На непостійних робочих місцях | На постійних робочих місцях | На непостійних робочих місцях | | |
| Холодний період руху | Легка Іа | 25 | 26 | 21 | 18 | 75 | не більше 0,1 |
| | Легка Іб | 24 | 25 | 20 | 17 | 75 | не більше 0,2 |
| | Середньої важкості Іа | 23 | 24 | 17 | 15 | 75 | не більше 0,3 |
| | Середньої важкості Іб | 21 | 23 | 15 | 13 | 75 | не більше 0,4 |
| | Важка ІІІ | 19 | 20 | 13 | 12 | 75 | не більше 0,5 |

Продовження табл. 2.2

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

Всі роботи за ступенем важкості поділяться на три категорії: легка, середньої важкості і важка. Першу і другу категорії, в свою чергу, поділяють на відповідні групи (табл. 2.3).

До легких фізичних робіт (категорія І) належать види діяльності з енергозатратами до 150 Ккал/год (175 Вт).

До середньої важкості фізичних робіт (категорія ІІ) належать види діяльності з затратами енергії в межах 151-250 Ккал/год (176-290 Вт).

До важких фізичних робіт (категорія ІІІ) належать види діяльності з затратами енергії 251-300 Ккал/год (291-349 Вт).

Усі виробничі приміщення залежно від величини теплонадлипків поділяють на 2 категорії:

- І категорія - приміщення з незначними надлишками тепла до 20 Ккал/м²·год;

- ІІ категорія - приміщення з суттєвими надлишками тепла більше 20 Ккал/м²·год.

Температура здорової людини підтримується на рівні 36,5-37 °С незалежно від метеорологічних умов навколишнього середовища. Вона підтримується на цьому рівні за допомогою механізму терморегуляції. Терморегуляція відбувається такими шляхами: 30% – конвекцією (безпосередньо нагрівання повітря шкірою людини), 45% – випроміненням, 20% – випаровуванням, 5% – диханням.

Таблиця 2.3 - Категорії робіт за величиною загальних енерговитрат організму (ДСН 3.3.6.042-99)

| Категорія робіт | Енерговитрати | | Характеристика робіт |
|---------------------------|---------------|-----------|--|
| | Вт | Ккал/год | |
| <i>Легкі</i> | | | |
| I а | 105 - 140 | 90 - 120 | Виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження |
| I б | 141 - 175 | 121 - 150 | Виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням |
| <i>Середньої важкості</i> | | | |
| II а | 176 - 232 | 151 - 200 | Роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження |
| II б | 233 - 290 | 201 - 250 | Роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням |
| <i>Важкі</i> | | | |
| III | 291 - 349 | 251 - 300 | Роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль |

Оптимальна величина температури повітря робочої зони може коливатися залежно від сезону року і важкості виконуваної роботи від 16 °С до 25 °С, допустима – від 12 °С до 30 °С.

Температуру повітряного середовища вимірюють за допомогою ртутних або спиртових термометрів, а також термографів.

Вологість повітря буває абсолютна і відносна.

Абсолютна вологість – це кількість вологи, що міститься в 1 м³ повітря при даній температурі (г/м³).

Відносна вологість – це процентне співвідношення абсолютної кількості водяних парів у повітрі до їх максимально можливої кількості при даній температурі.

Оптимальна відносна вологість за складає 40-60%. Допустима величина відносної вологості зростає до 75%.

Вологість повітря визначають за допомогою психрометрів та гігрометрів.

Оптимальна швидкість руху повітря коливається від 0,2 до 0,5 м/с, а в приміщеннях з надлишком тепла збільшується до 1 м/с.

Швидкість руху повітря вимірюють за допомогою анемометрів – крильчастих або чашкових. Крильчастий анемометр використовують для вимірювання швидкості повітря в межах 0,5...15 м/с, а чашковий анемометр – 1...50 м/с.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати 35,0 Вт/м² – при опроміненні 50% та більше поверхні тіла, 70 Вт/м² - при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50%, та 100 Вт/м² - при опроміненні не більше 25% поверхні тіла працюючого.

Для забезпечення нормальних, метеорологічних умов на виробництві з підвищеним виділенням тепла застосовують:

- вентиляцію природну або механічну;
- теплоізоляцію нагрітого обладнання;
- екранування джерел теплового виромінювання;
- засоби індивідуального захисту;
- обмежене перебування людей в зоні з підвищеною температурою.

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів, які включають (рис. 2.1):

- будівельно-планувальні;
- організаційно-технологічні;
- санітарно-гігієнічні;
- медико-біологічні та ін. заходи колективного захисту.

2.4 Забруднення повітря виробничих приміщень

До забруднення повітря виробничих приміщень можна віднести як зміну його складу, так і внесення в повітря невластивих для нього компонентів.

Критерієм ступеня чистоти повітряного середовища закритих приміщень служить вміст вуглекислого газу.

У санітарно-гігієнічній практиці шкідливі речовини поділяються на хімічні речовини та промисловий пил.

Хімічні речовини, які проникають в організм в умовах виробництва навіть у відносно невеликих кількостях, викликають порушення нормальної життєдіяльності, називають **отрутами**, або **токсичними речовинами**.

Граничнодопустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони – це такі концентрації, які при роботі кожного дня протягом 8 годин і всього робочого стажу не можуть викликати у працюючих захворювань або відхилень в стані здоров'я.

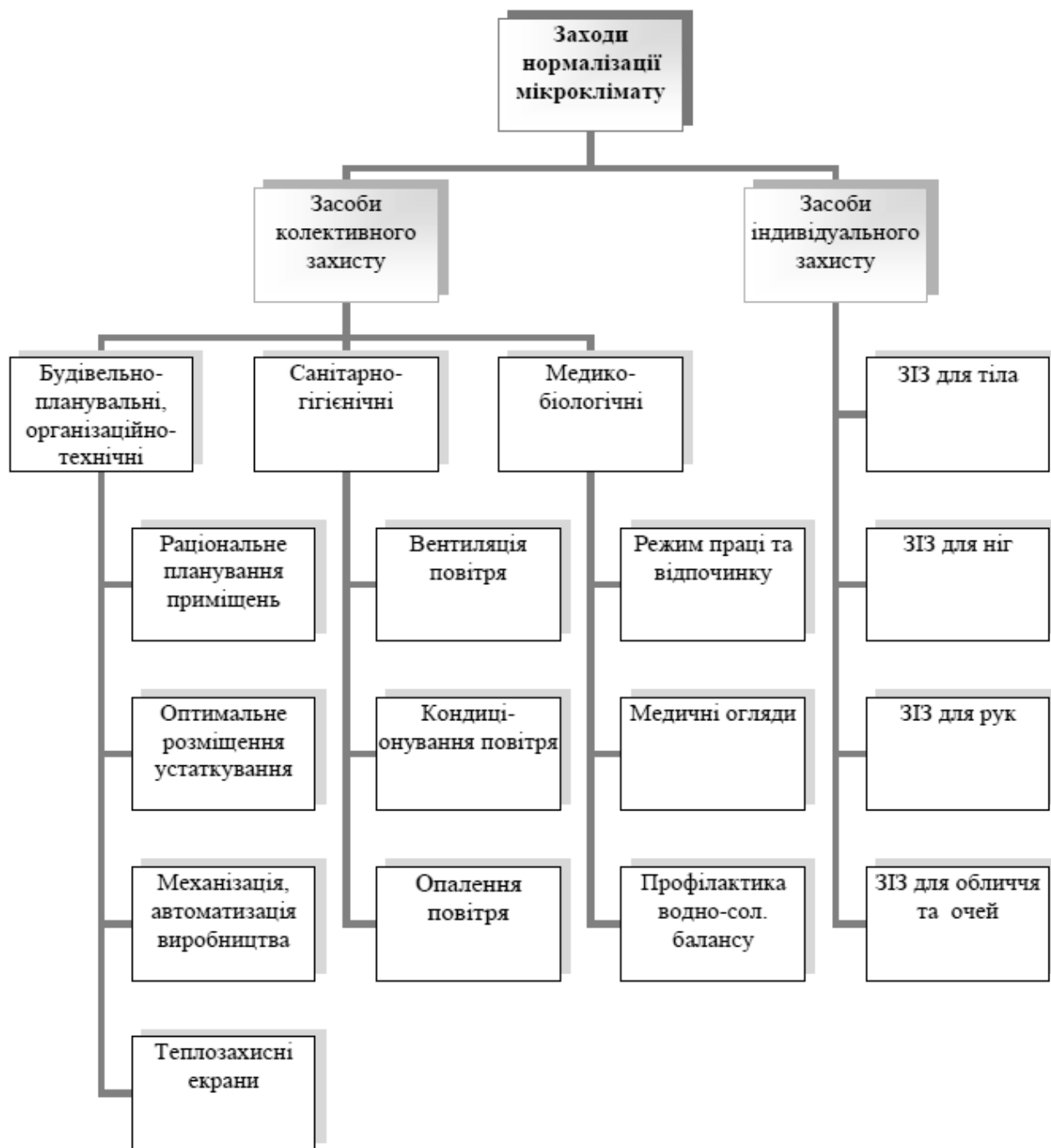


Рисунок 2.1 - Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату

Якщо концентрація перевищує ГДК, можуть виникати професійні захворювання або отруєння.

Всі шкідливі речовини поділяють на чотири класи небезпеки:

- надзвичайно небезпечні речовини (ГДК < 0,1 мг/м³);
- особливо небезпечні речовини (ГДК від 0,1 до 1,0 мг/м³);
- помірно небезпечні речовини (ГДК від 1,0 до 10 мг/м³);
- малонебезпечні речовини (ГДК > 10 мг/м³).

Усі хімічні речовини за дією на організм людини можна умовно поділити на 9 груп за характером токсичності:

1 група – речовини, що подразнюють шкіру і слизові поверхні, вражають шкіру з утворенням наривів – неорганічні кислоти, луги, деякі органічні кислоти, ангідриди;

2 група – *подразнювальні*, що вражають верхні дихальні шляхи – хлор, двоокис сірки, аміак, фосген, окисли азоту, ароматичні вуглеводи;

3 група - *кров'яні*, що взаємодіють з гемоглобіном – окис вуглецю, свинець і його неорганічні сполуки, ароматичні смоли, толуол, бензол;

4 група – *нервові*, викликають розлад функцій нервової системи, судому м'язів, параліч – вуглеводні, спирти, сірководень, аміак, фосфорорганічні речовини;

5 група – *ферментні*, що порушують структуру ферментів – солі ртуті, миш'як і його сполуки, синильна кислота і її солі, фосфорорганічні сполуки;

6 група – *печінкові*, що викликають структурні зміни тканин печінки – хлоровані вуглеводні, фосфор, бромбензол, селен;

7 група – *мутагени*, що впливають на генетичний апарат клітини – окис етилену, хлоровані вуглеводні, сполуки свинцю, ртуті;

8 група – *сенсibiliзуючи* (алергени), що викликають зміни в реактивній здатності організму – деякі сполуки нікелю, органічні сполуки природного походження: кофеїн, хінін;

9 група – *канцерогени*, що викликають утворення злоякісних пухлин – кам'яновугільна смола, ароматичні аміни.

Пил – основний шкідливий фактор на багатьох підприємствах.

За своїм походженням виробничий пил поділяється на органічний, неорганічний та змішаний (рис 2.2).

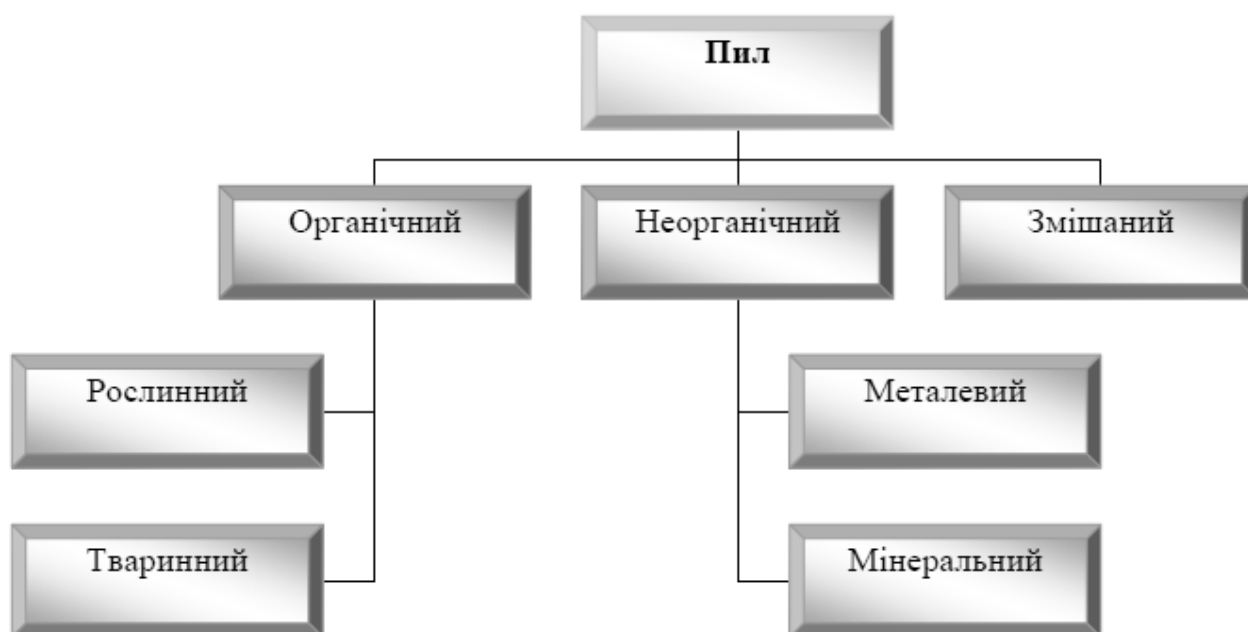


Рисунок 2.2 - Класифікація виробничого пилу за походженням

Органічний пил, в свою чергу поділяється на підгрупи:

- рослинний (цукровий, мучний, кам'яновугільний, льняний, деревний, паперовий);
- тваринний (вовняний, волосяний).

Неорганічний пил може бути:

- металевий (залізний, цинковий, свинцевий, марганцевий і ін.);
- мінеральний (кварцовий, азбестовий).

Найчастіше у виробничих умовах зустрічається змішаний пил.

До складу останнього можуть входити потенційно токсичні хімічні речовини. Такий пил може справляти на працюючих виражену токсичну дію.

Для роботи зі шкідливими речовинами використовують комплексні засоби індивідуального захисту.

Засоби індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗ ОД) – це пристрої, що забезпечують захист органів дихання людини від небезпечних і шкідливих виробничих чинників, котрі діють інгаляційно.

Відповідно до ГОСТ 12.4.034-2001 “ССБТ. Средства защиты органов дыхания” ЗІЗ ОД за принципом дії підрозділяють на фільтрувальні (Ф) та ізолювальні (І). Фільтрувальні ЗІЗ ОД подають у зону дихання очищене повітря із робочої зони, а ізолювальні ЗІЗ ОД подають повітря із спеціальних ємкостей або чистого середовища, що знаходиться поза робочою зоною.

За призначенням фільтруючі ЗІЗ ОД поділяються на:

- протиаерозольні – для захисту від аерозолів, пилу (респіратори ШБ-1, РПА, “Лепесток”, У-2К і ін.);
- протигазові – для захисту від газопароподібних шкідливих речовин (респіратори РПГ-67А, РПГ-67, протигази марок А, В, КД, Г, Е, СО, М, БКФ);
- газопилозахисні – для захисту від парогазоподібних та аерозольних шкідливих речовин одночасно (респіратор фільтруючий РУ-60М).

Ізолюючі апарати за своїми конструкційними особливостями поділяють на шлангові та автономні. Ізолюючі шлангові апарати призначені для роботи в атмосфері, що містить менше 18% кисню. Вони мають довгий шланг, по якому подається повітря для дихання із чистої зони (протигаз шланговий ПШ-1 без примусової подачі повітря, довжина шланга 10 м; пневмошоломи ЛІЗ-4, МІОТ- 49 – працюють від компресорної повітряної лінії).

Ізолюючі автономні дихальні апарати працюють від автономного хімічного джерела кисню або від балонів із повітрям чи дихальною сумішшю. Вони призначені для виконання рятувальних робіт або евакуації людей із загазованої зони.

2.5 Освітлення

Із загального обсягу інформації через зоровий канал людина одержує 80%. Якість інформації, що надходить, залежить від освітлення.

Освітлення характеризується кількісними і якісними показниками.

До **кількісних показників** належать: світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість.

Світловий потік (Φ) – це потужність світлового видимого випромінювання, що оцінюється оком людини за світловим відчуттям. Одиницею світлового потоку є люмен (лм) – світовий потік від еталонного точкового джерела в одну канделу (міжнародну свічку), розташованого у вершині тілесного кута в 1 стерadian (рис.). Під стерadianом розуміють тілесний кут у центрі сфери, який вирізає на її поверхні ділянку площі, що дорівнює квадрату радіуса сфери.

Сила світла (I) – це величина, що визначається відношенням світлового потоку (Φ) до тілесного кута (ω), у межах якого світловий потік рівномірно розподіляється

$$I = \frac{\Phi}{\omega}. \quad (2.1)$$

За одиницю сили світла прийнята кандела (кд) – сила світла точкового джерела, що випромінює світловий потік в 1 лм, який рівномірно розподіляється всередині тілесного кута в 1 стерadian.

Освітленість (E) – відношення світлового потоку (Φ), що падає на елемент поверхні, до площі цього елемента (S)

$$E = \frac{\Phi}{S}. \quad (2.2)$$

За одиницею освітленості прийнято люкс (лк) – рівень освітленості поверхні площею 1 м^2 , на яку падає рівномірно розподіляючись, світловий потік в 1 люмен.

Яскравість (B) – визначається як відношення сили світла, що випромінюється елементом поверхні в даному напрямку, до площі поверхні, що світиться

$$B = \frac{I}{S \cos \alpha}, \quad (2.3)$$

де I – сила світла, що випромінюється поверхнею в заданому напрямку;

S – площа поверхні;

α – кут між нормаллю до елемента поверхні S і напрямком, для якого визначається яскравість.

Яскравість вимірюється в $\text{кд}/\text{м}^2$ – яскравість поверхні, що світиться і від якої в перпендикулярному напрямку випромінюється світло силою в 1 канделу з 1 м^2 .

До **якісних характеристик** освітлення належать фон, контраст об'єкта з фоном, видимість об'єкта, рівномірність розподілу світлового потоку, показник осліпленості і дискомфорту, коефіцієнт пульсації, спектральний склад світла.

Фон – поверхня, що безпосередньо прилягає до об'єкта розпізнавання, на якій він розглядається. Фон характеризується коефіцієнтом відбиття поверхні ρ , який являє собою відношення світлового потоку, що відбивається від поверхні, до світлового потоку, що падає на неї. Фон вважається світлим при $\rho > 0,4$; середнім – при $\rho = 0,2-0,4$; темним, якщо $\rho < 0,2$.

Контраст між об'єктом і фоном характеризується співвідношенням яскравостей об'єкта розпізнавання (крапка, лінія та інші елементи, що потребують розпізнавання в процесі роботи) та фону.

Контраст вважається великим при $k > 0,5$; середнім – при $k = 0,2 - 0,5$ та малим при $k < 0,2$.

Видимість (V) – характеризує здатність ока сприймати об'єкт. Видимість залежить від освітленості, розміру об'єкта розпізнавання, його яскравості, контрасту між об'єктом і фоном, тривалості експозиції.

Показник осліпленості – критерій оцінки засліплюючої дії освітлювального пристрою.

Показник дискомфорту – критерій оцінки дискомфортної відблисковості, яка викликає неприємні відчуття при нерівномірному розподілі яскравостей в полі зору.

Коефіцієнт пульсації освітленості характеризує відносну глибину коливань освітленості в результаті змін у часі світлового потоку газорозрядних ламп, які живляться змінним струмом.

Для вимірювання освітленості і світлотехнічних величин застосовують прилади – люксметри модифікації Ю-16, Ю-17, Ю-116 та портативний цифровий люксметр-яскравомір ТЭС 0693.

Усі вони працюють із застосуванням ефекту фотоелектричного явища. Світловий потік, потрапляючи на селеновий фотоелемент, перетворюється на електричну енергію, сила струму якої вимірюється міліамперметром, який проградуєований у люксах.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути трьох видів: природне, штучне, змішане.

Природне освітлення – це пряме або відбите світло сонця (небосхилу), що освітлює приміщення через світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях. Для природного освітлення характерна висока розсіяність світла, яка позитивно впливає на роботу органів зору.

Штучне освітлення здійснюється штучними джерелами світла (лампами розжарювання або газорозрядними) і призначене для освітлення приміщень у темні години доби, або таких приміщень, які не мають природного освітлення.

Змішане освітлення – одночасне поєднання природного та штучного освітлення.

Проектування освітлення виробничих приміщень здійснюється відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 “Природне і штучне освітлення”.

Природне освітлення поділяють на бокове, верхнє і комбіноване:

- бокове одностороннє або двостороннє, коли світлові отвори (вікна) знаходяться в одній або в двох зовнішніх стінах;
- верхнє, коли світлові отвори (ліхтарі) знаходяться у верхньому перекритті будівлі;
- комбіноване, коли застосовується одночасно бокове та верхнє освітлення.

Природному освітленні властиві недоліки: воно непостійне в різні періоди доби та року, в різну погоду; нерівномірно розподіляється по площі виробничого приміщення.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення всередині приміщення прийнято коефіцієнт природної освітленості.

Коефіцієнт природної освітленості (КПО), %, – це відношення природної освітленості, яка створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до одночасного значення зовнішньої освітленості на такій самій горизонтальній площині, яка створюється світлом повністю відкритого небосхилу.

$$КПО = \frac{E_{вн}}{E_{зовн}} \cdot 100\% , \quad (2.4)$$

де $E_{вн}$ – освітленість у даній точці всередині приміщення, що створюється безпосереднім чи відбитим світлом неба;

$E_{зовн}$ – освітленість горизонтальної поверхні, що створюється в той самий час повністю відкритого небосхилу.

Штучне освітлення використовується для роботи в темні та перехідні години доби, а також при недостатньому або відсутньому природному освітленні.

Розрізняють такі системи штучного освітлення: загальне, місцеве та комбіноване.

У залежності від призначення штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, охоронне, чергове (рис. 2.3).

Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою.

Загальне рівномірне освітлення встановлюють у цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності по усій площі приміщення при великій щільності робочих місць.

Загальне локалізоване освітлення встановлюють на поточних лініях, при виконанні робіт, різноманітних за характером, на певних робочих місцях, при наявності стаціонарного затемнюючого обладнання, та якщо треба створити спрямованість світлового потоку.

Місьцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним (для контролю за якістю продукції на поточних лініях) та переносним (для тимчасового збільшення освітленості окремих місць

або зміни світлового потоку при огляді, контролі параметрів, ремонті). Категорично забороняється застосовувати лише місцеве освітлення, воно створює значну нерівномірність освітленості, яка підвищує втомленість зору та призводить до розладу нервової системи.



Рисунок 2.3 – Види штучного освітлення

Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його передбачають для робіт I-VIII розрядів точності за зоровими параметрами, та коли необхідно створити концентроване освітлення без утворення різких тіней.

Робоче освітлення слід передбачати для всіх приміщень будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей та руху транспорту. Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення та різними режимами роботи, повинно передбачатись окреме керування освітленням таких зон.

Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки і евакуаційне.

Освітлення безпеки слід передбачати у випадках, коли відключення робочого освітлення і пов'язане з цим порушення обслуговування устаткування і механізмів може викликати: вибух, пожежу, отруєння людей; тривале порушення технологічного процесу; порушення роботи таких об'єктів, як електричні станції, вузли радіо- і телевізійних передач і зв'язку, диспетчерські пункти, насосні установки водопостачання, каналізації і теплофікації, установки вентиляційні і кондиціонування повітря для виробничих приміщень,

в яких неприпустиме призупинення роботи тощо; порушення режиму дитячих установ незалежно від чисельності присутніх у них дітей.

Евакуаційне освітлення в приміщеннях або в місцях виконання робіт поза будинками слід передбачати: у місцях, небезпечних для проходу людей; у проходах і на сходах, які використовуються для евакуації людей, при чисельності евакуйованих понад 50 осіб; по основних проходах виробничих приміщень, в яких працює понад 50 осіб; у виробничих приміщеннях з постійно працюючими в них людьми, де вихід людей із приміщення при аварійному відключенні нормального освітлення пов'язаний з небезпекою травмування при продовженні роботи виробничого устаткування; у приміщеннях громадських і допоміжних будинків промислових підприємств, якщо в приміщенні можуть перебувати одночасно понад 100 осіб; у виробничих приміщеннях без природного світла.

Охоронне освітлення (за відсутності спеціальних технічних засобів охорони) повинно передбачатися вздовж межі території, яка охороняється в нічний час.

Джерелами штучного освітлення є лампи розжарювання та газорозрядні лампи.

Лампи розжарювання належать до теплових джерел світла. Під дією електричного струму нитка розжарювання (вольфрамовий дріт) нагрівається до високої температури і випромінює потік променевої енергії. Ці лампи характеризуються простотою конструкції та виготовлення, відносно низькою вартістю, зручністю експлуатації, широким діапазоном напруг та потужностей.

Поряд із перевагами їм притаманні й суттєві недоліки: велика яскравість (засліплювальна дія); низька світлова віддача (7-20 лм/Вт); відносно малий термін експлуатації (до 2,5 тис. год); переважання жовто-червоних променів у випромінюваному світлі порівняно з природним світлом; не придатні для роботи в умовах вібрації та ударів; висока температура нагрівання (до 140°C і вище), що робить їх пожежонебезпечними. На підприємствах для освітлення застосовують різноманітні види ламп розжарювання: вакуумні (В), газонаповнені (Г), газонаповнені біоспиральні (Б).

Основною перевагою газорозрядних ламп є їх економічність. Світлова віддача цих ламп становить 40-100 лм/Вт, що в 3-5 разів перевищує світлову віддачу ламп розжарювання. Термін експлуатації – до 10 тис.год, а температура нагрівання – 30-60°C. Газорозрядні лампи забезпечують світловий потік практично будь-якого спектра, шляхом підбирання відповідним чином інертних газів, парів металу, люмінофора.

До недоліків газорозрядних ламп відносяться: пульсація світового потоку, осліплююча дія, шум дроселів, великі первинні витрати на закупівлю та монтаж. Пульсація світового потоку газорозрядних ламп не сприймається оком, але небажана, оскільки є причиною виникнення стробоскопічного ефекту. В пульсуючому світлі виникає викривлення зорового сприйняття стану рухомих та обертальних об'єктів, а це вже є небезпечним фактором.

За спектральним складом розрізняють люмінесцентні лампи:

- денного світла (ЛД);
- денного світла з покращеною передачею кольорів (ЛДЦ);
- теплого білого кольору (ЛБ);
- холодного білого кольору (ЛХБ);
- білого кольору (ЛБ);
- жовтого кольору (ЛЖ).

Газорозрядні лампи бувають низького та високого тиску.

Газорозрядні лампи низького тиску широко застосовуються для освітлення приміщень як на виробництві, так і в побуті. Однак вони не можуть використовуватися при низьких температурах, оскільки погано запалюються.

Газорозрядні лампи високого тиску застосовуються в умовах, коли необхідна світлова віддача при компактності джерел та стійкості до умов зовнішнього середовища. Серед цих типів ламп використовуються металогенні (МГЛ), дугові ртутні (ДРЛ) та натрієві (ДНаТ).

Світильник – це світовий прилад, що складається із джерела світла (лампи) та освітлювальної арматури. Освітлювальна арматура перерозподіляє світовий потік лампи в просторі, або змінює його властивості, захищає очі працівника від засліплювальної дії ламп, захищає джерела світла від впливу навколишнього середовища, механічних ушкоджень.

Основними світлотехнічними характеристиками світильників є: світлорозподілення, крива сили світла, коефіцієнт корисної дії та захисний кут.

За формою кривої сили світла розрізняють наступні випадки розподілу світла: концентроване (К); глибоке (Г); косинусне (Д); півшироке (Л); широке (Ш); рівномірне (М); синусне (С).

У залежності від розподілу світового потоку у верхню або у нижню півсферу світильники підрозділяються на:

- світильники прямого світла, які відображають до 90% світлового потоку у нижню півсферу;
- світильники переважно прямого світла, які направляють у нижню півсферу від 60 до 90% світлового потоку;
- світильники розсіяного світла, від яких світловий потік розподіляється у кожену півсферу (від 40 до 60% усього потоку);
- світильники переважно відбитого світла, які направляють від 60 до 90% світлового потоку у верхню півсферу;
- світильники відбитого світла, які відображають не менше 90% всього світлового потоку у верхню півсферу.

2.6 Вентиляція виробничих приміщень

Для підтримання в приміщеннях нормальних параметрів повітряного середовища влаштовують вентиляцію.

Вентиляція – це організований і регульований обмін повітря, який забезпечує видалення з приміщень повітря, забрудненого шкідливими речовинами (гази, пари, пил), а також для поліпшення метеорологічних умов у приміщеннях.

Технологічне призначення вентиляції полягає в забезпеченні в приміщеннях чистоти, температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, виходячи з особливостей технологічного процесу і умов збереження предметів, апаратів, приладів.

Проектування систем вентиляції виробничих приміщень здійснюють відповідно до СНиП 2.04.05-91 “Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха”.

Вентиляція класифікується за деякими ознаками (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 - Класифікація систем вентиляції

Повітрообміном називається часткова або повна заміна повітря, що містить шкідливі виділення, чистим атмосферним повітрям. Кількість повітря, що подається або видаляється за 1 год з приміщення, віднесене до його

внутрішньої кубатури, прийнято називати кратністю. При цьому знак (+) позначається повітрообмін по припливу, знаком (-) – по витягу.

Кратність обміну повітря (К) – це відношення об'єму повітря, яке подається, до об'єму приміщення. Кратність обміну повітря показує, скільки разів за годину поміняється весь об'єм повітря в даному приміщенні.

Природна вентиляція може бути організованою та неорганізованою.

Під неорганізованою природною вентиляцією розуміють повітрообмін у приміщеннях, що відбувається під впливом різниці тисків зовнішнього і внутрішнього повітря і дії вітру через нещільність конструкцій (у вікнах, дверях, перекриттях), що захищають, а також при відкритті кватирок, фрамуг і дверей. Даний вид вентиляції називають інфільтрацією.

Повітрообмін, що відбувається під впливом різниці тисків зовнішнього і внутрішнього повітря і дії вітру, але через спеціально влаштовані отвори в стінах та в перекриттях (ліхтарі) є **вентиляцією природною організованою**. Цей вид вентиляції називається **аерацією**.

Аерацію влаштовують, коли з її допомогою можуть бути забезпечені нормальні умови повітряного середовища та коли вона доступна за технічними умовами.

Позитивною стороною аерації є повітрообмін без втрат механічної енергії. До недоліків аерації слід віднести те, що в теплу пору року ефективність аерації може падати за рахунок підвищення температури зовнішнього повітря, і крім того, повітря, яке поступає в приміщення, не проходить попереднього очищення, охолодження тощо.

Дефлектори – це спеціальні пристрої, які використовують для видалення забрудненого або перегрітого повітря із виробничих приміщень, гаражів, побутових приміщень, а також для локального повітрообміну.

Штучна (механічна вентиляція) – вентиляція, за допомогою якої повітря подається у виробничі приміщення або видаляється із них по вентиляційним системам, з використанням вентиляторів.

Штучна вентиляція дає можливість очищувати повітря перед його викидом у атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря, більш цілеспрямовано подавати повітря у робочу зону.

До недоліків механічної вентиляції слід віднести значну кількість споруд і проведення заходів щодо зменшення шуму.

Конструктивними елементами системи штучної вентиляції є: повітропроводи; повітророзподільна арматура; фільтри; вентилятори; калорифери.

Вентилятори за принципом дії підрозділяються на: радіальні (відцентровані); осьові; дахові; стельові.

За призначенням вентилятори підрозділяються на вентилятори:

– загального призначення – для приміщень чистого і малозапиленого повітря з температурою до 80°C;

- корозійностійкі – для транспортування газоподібних корозійних середовищ;
- іскрозахищені – для переміщення горючих і вибухонебезпечних середовищ;
- пилові – для переміщення повітря або газоповітряної суміші, що містить пил.

За створюваним тиском вентилятори прийнято розділяти на вентилятори низького тиску (до 1000 Па), середнього (до 3000 Па) і високого тиску (більше 3000 Па).

Механічна вентиляція може бути аварійною та робочою.

Аварійні вентиляційні установки передбачають у приміщеннях, в яких можливе раптове виділення шкідливих речовин у кількостях, що значно перевищують допустимі нормативи. Ці установки включають лише в тому випадку, якщо необхідно швидко видалити шкідливі виділення.

Робоча вентиляція може бути загальнообмінною, місцевою та комбінованою.

Загальнообмінна вентиляція передбачається для створення однакових умов повітряного середовища (температури, вологості, чистоти повітря і його рухливості) у всьому приміщенні, головним чином у робочій зоні (H=1,5-2 м від підлоги), коли які-небудь шкідливі речовини поширюються по всьому об'єму приміщення чи немає можливості уловити їх у місцях виділення.

Загальнообмінна вентиляція може бути припливною, витяжною, припливно-витяжною.

Припливна загальнообмінна вентиляція – це система, при якій повітря подається в приміщення після його підготовки (очищення, зволоження). При цьому в приміщенні виникає надлишковий тиск, за рахунок якого повітря виходить назовні через вікна, двері або в інші приміщення. Припливна система служить для вентиляції приміщення, в яке може потрапити забруднене повітря із сусідніх приміщень або холодне повітря ззовні.

Загальнообмінну витяжну систему вентиляції застосовують для видалення повітря із приміщення. У зв'язку з чим у приміщенні виникає зниження тиску і повітря із сусідніх приміщень або повітря із зовні припливає в приміщення. Витяжну систему доцільно застосовувати в тому випадку, коли шкідливі виділення даного приміщення не повинні розповсюджуватися на сусідні приміщення.

Припливно-витяжна загальнообмінна вентиляція застосовується у приміщеннях виробництв категорій А і Б і в приміщеннях, у повітрі яких присутні шкідливі речовини 1-го та 2-го класів небезпеки. При даному виді вентиляції у виробничих приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих речовин витяжка повинна бути на 10% більшою ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялись у суміжні приміщення з меншою шкідливістю.

Відсмоктувальні повітропроводи припливно-витяжної системи, що йдуть в інших виробничих приміщеннях вибухо- та пожежонебезпечних виробництв,

об'єднувати між собою загальнообмінною витяжною системою не дозволяється. Влаштування витяжних та припливних вентиляційних каналів під підлогою забороняється.

У системі припливно-витяжної вентиляції можливе використання не лише зовнішнього повітря, але й повітря самих приміщень після його очищення. Таке повторне використання повітря приміщень називається рециркуляцією і здійснюється в холодний період року для економії тепла, що витрачається на підігрівання припливного повітря. Однак можливість рециркуляції обумовлюється цілою низкою санітарно-гігієнічних та протипожежних вимог.

При місцевій вентиляції забруднене повітря видаляється прямо з місць забруднення.

Місцева вентиляція може бути витяжною і припливною.

Місцеву витяжну вентиляцію встановлюють у тих випадках, коли забруднення можна вловлювати безпосередньо у місцях їх виникнення. З цією метою застосовують відсмоктувачі різного виду: витяжні шафи; витяжні зонти; завіси у плитах; бортові відсмоктувачі у ванн; відсмоктувачі у верстатах.

2.7 Вібрація, нормування, дія на організм

Класифікація виробничих вібрацій, методи гігієнічної оцінки виробничих вібрацій, вимоги до вимірювань на робочих місцях, основні заходи профілактики вібрації встановлюються ДСН 3.3.6.039-99 “Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації”.

Вібрація – це механічні коливання твердого тіла.

Вібрація – це рух точки або механічної системи, при якій відбувається почергове зростання та спадання в часі значень щонайменше однієї координати.

Джерелом вібрації є практично всяка машина, агрегат, транспортний засіб, що транспортує пристрій. Породжують вібрацію неврівноважені силові дії, що виникають при роботі зворотно-поступальних систем, обертанні неврівноважених мас, битті зубчастих передач, децентровки валів, муфт, підшипників, пульсації рідин і газів у порожнинах машин і трубопроводів. При роботі даного устаткування вібрація є шкідливим чинником. У ряді випадків вібрацію спеціально створюють для використання її в технологічних цілях, наприклад, при обробці матеріалів, транспортуванні дрібних деталей, ущільненні матеріалів. Тут вібрацію прийнято називати корисною.

Вібрація сприймається людиною як трясіння.

Вібрація характеризується такими абсолютними параметрами:

- **амплітудою зміщення**, м, – це величина відхилення точки, що коливається, від положення рівноваги;

- **амплітудою швидкості**, м/с, параметр, що дорівнює швидкості переміщення (перша похідна вібропереміщення) точки, яка коливається з певною частотою;

- **амплітудою прискорення**, m/s^2 , параметр, що дорівнює прискоренню переміщення (друга похідна вібропереміщення) точки, яка коливається з певною частотою;

- **частотою**, Гц, – величина, обернена до періоду вібрації.

За способом передачі на тіло людини розрізняють загальну та локальну вібрацію.

Загальна вібрація передається на тіло людини, яка сидить або стоїть, переважно через опорні поверхні.

Локальна вібрація передається через руки працюючих при контакті з ручним механізованим інструментом, органами керування машинами і обладнанням, деталями, які обробляються та ін. (далі – обладнання, яке вібрує).

Загальну вібрацію за джерелом її виникнення поділяють на такі категорії:

Категорія 1 – транспортна вібрація, яка діє на людину на робочих місцях самохідних та причіпних машин, транспортних засобів під час руху по місцевості, агрофонах і дорогах (в тому числі при їх будівництві).

До джерел транспортної вібрації відносять, наприклад, трактори сільськогосподарські та промислові, самохідні сільськогосподарські машини (у тому числі комбайни); автомобілі вантажні (в тому числі тягачі, скрепери, грейдери, котки та ін.); снігоприбирачі, самохідний гірничошахтний рейковий транспорт.

Категорія 2 – транспортно-технологічна вібрація, яка діє на людину на робочих місцях машин з обмеженою рухливістю та таких, що рухаються тільки по спеціально підготовленим поверхням виробничих приміщень, промислових майданчиків та гірничих виробок.

До джерел транспортно-технологічної вібрації відносять, наприклад, екскаватори (в тому числі роторні), крани промислові та будівельні, машини для завантаження мартенівських печей (завалочні), гірничі комбайни, самохідні бурильні каретки, шляхові машини, бетоноукладчики, транспорт виробничих приміщень.

Категорія 3 – технологічна вібрація, яка діє на людину на робочих місцях стаціонарних машин чи передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації.

До джерел технологічної вібрації відносяться, наприклад, верстати та метало-деревообробне, пресувально-ковальське обладнання, ливарні машини, електричні машини, стаціонарні електричні установки, насосні агрегати та вентилятори, обладнання для буріння свердловин, бурові верстати, машини для тваринництва, очищення та сортування зерна (у тому числі сушарні), обладнання промисловості будматеріалів (крім бетоноукладачів), установки хімічної та нафтохімічної промисловості та ін.

Загальну технологічну вібрацію за місцем дії поділяють на такі типи:

а) на постійних робочих місцях виробничих приміщень підприємств;

б) на робочих місцях складів, їдалень, побутових, чергових та інших виробничих приміщень, де немає джерел вібрації;

в) на робочих місцях заводоуправлінь, конструкторських бюро, лабораторій, учбових пунктів, обчислювальних центрів, медпунктів, конторських приміщень, робочих кімнат та інших приміщень для працівників розумової праці.

За джерелом виникнення локальну вібрацію поділяють на таку, що передається від:

- ручних машин або ручного механізованого інструменту, органів керування машинами та устаткуванням;
- ручних інструментів без двигунів (наприклад, рихтувальні молотки) та деталей, які оброблюються.

За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяють на:

- постійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється менше ніж у 2 рази (менше 6 дБ) за робочу зміну;
- непостійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється не менше ніж у 2 рази (6 дБ і більше) за робочу зміну.

Непостійні вібрації поділяють на:

- коливні, рівні яких безперервно змінюються в часі;
- переривчасті, коли контакт з вібрацією в процесі роботи переривається, причому довжина інтервалів, під час яких має місце контакт, становить більше 1 с;
- імпульсні, що складаються з одного або кількох вібраційних впливів (наприклад, ударів), кожен довжиною менше ніж 1 с, при частоті їх дії менше ніж 5,6 Гц.

Вібрація є потужним фізіологічним подразнювачем практично для всього організму і у разі тривалого та інтенсивного впливу може призвести до виражених порушень.

Під впливом вібраційного струсу відбуваються розлади нервової системи. Вібрація впливає на кровоносні судини, звужуючи просвіт капілярів. Патологічна дія вібрації виявляється в загальних порушеннях вегетативної нервової системи (пітливість, спазм кровоносних судин, виражене тремтіння пальців та ін.). Місцеві прояви порушень під впливом вібрації характеризуються ураженням вегетативної нервової системи та кістково-суглобного апарату. При тривалому контакті з даним фактором може виникнути загальне захворювання організму – вібраційна хвороба, яка класифікується на три стадії: початкова (I стадія); помірно виражена (II стадія); виражена (III стадія).

Під час розвитку цієї хвороби з'являються відчуття оніміння, повзання мурашок, біль у суглобах. Під час приступу шкіра пальців стає блідою, знижується чутливість.

Вібраційна хвороба відноситься до професійних захворювань, ефективно лікування яких можливо лише на початкових стадіях. Основним критерієм умов праці робітників вібронезбезпечних професій є рівень діючої вібрації.

Заходи захисту від вібрації.

- Зменшення вібрації в джерелі виникнення досягається шляхом його конструктивних змін: заміна ударних процесів безударними, використання деталей з пластмас та ін.

- Зменшення вібрації на шляху поширення досягається віброізоляцією, вібропоглинанням або віброгасінням.

Віброізоляція ослабляє передачу коливань від джерела виникнення на основу, підлогу, сидіння тощо за рахунок встановлення між ними пружних елементів – віброізоляторів (сталі пружини, прокладки з гуми, пружинно-пластмасові та пне-вмогумові конструкції).

Вібропогминання здійснюється шляхом нанесення на віброуючу поверхню шару пружнов'язких матеріалів (гуми, мастики) за рахунок чого частина енергії коливань переходить у тепло.

Віброгасіння здійснюють шляхом встановлення віброуючого обладнання на жорсткі масивні віброгасячі фундаменти або залізобетонні плити, по їх периметру встановлюють акустичний шов, який заповнюють легкими пружними матеріалами і який призначений для ліквідації безпосередньої передачі коливань від фундаменту до будівельних конструкцій.

У якості засобів індивідуального захисту використовують віброзахисні рукавиці та віброзахисне взуття.

Віброзахисні рукавиці виготовляють з еластично-трубчастими елементами, з накладною кишенею.

Віброзахисне взуття виготовляється у вигляді чобіт, напівчобіт і напівчеревинок як чоловічих, так і жіночих, які від звичайного робочого взуття відрізняються наявністю підошви або вкладиша з пружньодемпфированого матеріалу.

2.8 Шум

Класифікація виробничих коливань, методи гігієнічної оцінки шуму, нормування шуму, вимоги до вимірювань на робочих місцях встановлюються ДСН 3.3.6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

Шум – один з найнесприятливіших факторів на підприємствах, що знижує працездатність працівників, їх уважність і створює передумови для виробничого травматизму та професійних захворювань.

Джерелом виробничого шуму є механічні коливання газоподібного, рідкого та твердого середовища.

Шум – це коливання звукової хвилі в звуковому діапазоні, що характеризується змінною частотою і амплітудою.

Звук, як фізичне явище, являє собою коливальний рух, що поширюється хвилеподібно у пружному середовищі (газоподібному, рідинному чи твердому).

Параметрами звукового поля є звуковий тиск, інтенсивність, частота, коливальна швидкість.

Звуковим тиском P , Па називається абсолютна різниця між тиском максимального згущення повітря та атмосферним тиском.

Звукові хвилі мають певну частоту коливань f , що вимірюється в герцах: 1 Гц – 1 коливання за 1 секунду. Вухом людини спроможне сприймати звукові коливання у діапазоні від 16 до 20 000 Гц. Звукові коливання, що не сприймаються вухом, нижче 16 Гц називаються інфразвуком, вище 20 000 – ультразвуком. Орган слуху людини має найвищу чутливість до звуків середньої та високої частоти у діапазоні 500-2000 Гц.

При розповсюдженні звукової хвилі в просторі відбувається перенос енергії, кількість якої визначається інтенсивністю звуку. Середній потік звукової енергії в будь-якій точці середовища за одиницю часу, віднесений до одиниці поверхні, перпендикулярної до напрямку поширення хвилі, називається інтенсивністю або силою звуку в даній точці I і вимірюється в $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Сприймання людиною звуку залежить не тільки від частоти, а й від інтенсивності звуку та звукового тиску. Виділяють два порогових значення звукового тиску та інтенсивності звуку: поріг чутності та больовий поріг.

Поріг чутності – це мінімальні значення звукового тиску та інтенсивності звуку, які сприймаються органом слуху людини як звук. При частоті звуку $f = 1000$ Гц, яка прийнята базовою в акустиці, поріг чутності має наступні значення: $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Н}/\text{м}^2$, $I_0 = 10^{-12} \text{ Вт}/\text{м}^2$.

При звуковому тиску $p = 20 \text{ Н}/\text{м}^2$ та інтенсивності звуку $I = 1 \text{ Вт}/\text{м}^2$ виникають больові відчуття в органі слуху людини, що називається больовим порогом.

Між порогом чутності і больовим порогом лежить ділянка чутності. Різниця в інтенсивності звуку між больовим порогом та порогом чутності дуже велика (за звуковим тиском – 10^6 , а за інтенсивністю звуку – 10^{12}). Користуватися шкалою, яка має такий великий розбіг, неможливо. Тому А. Г. Белл запропонував використати логарифмічну шкалу, яка дає змогу визначити рівень шуму у відносних одиницях – белах (Б).

За одиницю вимірювання інтенсивності звуку прийнято 1 децибел (дБ). Вухом людини реагує на величину у 10 раз меншу, ніж бел (Б), тому на практиці використовують відносну величину децибел, що дорівнює 0,1 Б.

Людське вухо неоднаково відчуває звуки різних частот. Звуки малої частоти людина сприймає як менш гучні, порівняно зі звуками більшої частоти тієї ж інтенсивності. Тому для оцінки суб'єктивного відчуття гучності шуму введено поняття рівня гучності, який відлічується від умовного нульового порогу. Одиницею рівня гучності є фон. Він відповідає різниці рівнів інтенсивності в 1 дБ еталонного звуку за частоти 1000 Гц. Таким чином, при частоті 1000 Гц рівні гучності (у фонах) збігаються з рівнями звукового тиску в дБ.

Шум класифікується за різними ознаками (рис. 2.6).

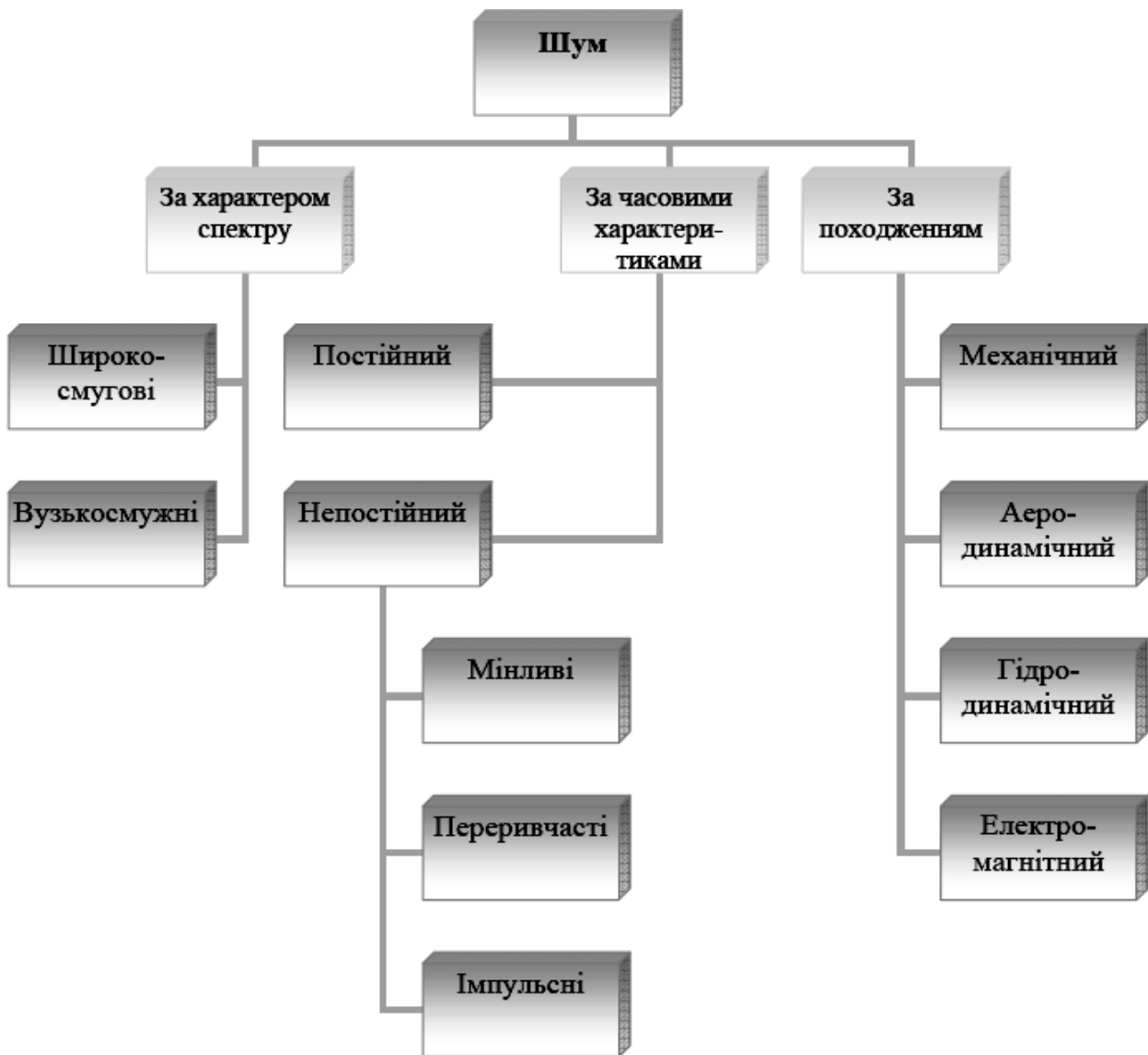


Рисунок 2.6 - Класифікація шумів

За характером спектра шуми слід поділяти на:

- широкосмугові, з безперервним спектром шириною більш ніж одна октава;
- вузькосмужні або тональні, в спектрі яких є виражені дискретні тони. Тональний характер шуму встановлюється вимірюванням випромінювання у третинооктавних смугах частот по перевищенню рівня шуму в одній смузі над сусідніми не менш ніж на 10 дБ.

За часовими характеристиками шуми слід поділяти на:

- постійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється не більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці “повільно” шумоміра по шкалі “А”;
- непостійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях за часовою характеристикою “повільно” шумоміра по шкалі “А”.

Непостійні шуми поділяються на:

- мінливі, рівень яких безперервно змінюється у часі;
- переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на 5 дБА і більше при вимірюваннях на часовій характеристиці “повільно” шумоміра по шкалі “А”, при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;
- імпульсні, які складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому, рівні шуму у дБ(А1) і дБ(А), виміряні на часових характеристиках “імпульс” та “повільно” шумоміра, відрізняються не менш ніж на 7 дБ.

За походженням шум поділяється:

- шум механічного походження, який виникає внаслідок вібрації при роботі механізмів та устаткування, а також поодиноких чи періодичних ударів у з'єднаннях деталей та конструкцій;
- шум аеродинамічного походження, який виникає у вентиляційних системах або у трубопроводах при подачі повітря чи газу;
- шум гідродинамічного походження, який виникає внаслідок процесів, що проходять у рідинах (кавітація, гідравлічні удари, турбулентність потоку);
- шум електромагнітного походження, який виникає внаслідок коливання елементів електромеханічних пристроїв під впливом змінних магнітних полів.

Влив шуму на організм людини.

Дослідженнями встановлено, що шум є загальнобіологічним подразником і в певних умовах може впливати на всі системи життєдіяльності людини.

Найбільш вираженим є специфічний вплив шуму на органи слуху, при цьому можуть спостерігатися різні ступені ураження: від незначного зниження слуху до повної глухоти. Зниження слуху розвивається поступово і залежить від інтенсивності шуму, стажу роботи та індивідуальної чутливості організму до шуму. Так, мінімальна інтенсивність, при якій починає виявлятися стомлива дія шуму на орган слуху, залежить від частоти вхідних в нього звуків. Для звуків частотою 2000-4000 Гц стомлива дія починається з 80 дБ, для звуків частотою 5000-6000 Гц – з 60 дБ.

Прояву втоми органа слуху необхідно розглядати як початковий сигнал розвитку туговухості та глухоти. Основними симптомами професійної туговухості є виражене зниження слуху стосовно шепітної мови та прогресуюче зі стажем зниження слуху стосовно розмовної мови.

Окрім того, шум визиває порушення нормальної функції шлунку: скорочується виділення шлункового соку, зменшується кислотність. А тому робітники, що працюють у галасливих цехах, часто хворіють на гастрит. Під впливом шуму спостерігається також зміни функціонального стану центральної нервової системи. Страждає від шуму вестибулярний апарат, підвищується внутрішньочерепний тиск, порушуються процеси обміну в організмі.

Таким чином, постійний вплив шуму на працівників викликає втому, призводить до зниження продуктивності праці, стає причиною виробничих травм та професійних захворювань.

Заходи та засоби захисту від шуму.

Заходи та засоби захисту від шуму встановлюються ГОСТ 12.1.029-80. “ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация”.

Відповідно до даного стандарту заходи та засоби від шуму поділяються на колективні та індивідуальні (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 - Класифікація засобів та заходів захисту від шуму

Засоби колективного захисту по відношенню до джерела збудження шуму поділяються на:

- засоби, що знижують шум у джерелі його виникнення;
- засоби, що знижують шум на шляху його поширення від джерела до об'єкта, що захищається.

Засоби і методи колективного захисту від шуму залежно від способу реалізації підрозділяються на:

- акустичні;
- архітектурно-планувальні;
- організаційно-технічні.

Метод боротьби з шумом у джерелі його виникнення є головним. Основними джерелами механічного шуму в машинах і устаткуванні є зубчасті передачі, ланцюгові передачі, підшипники, неврівноважені частини, що обертаються.

Так, шум передачі може бути знижений наступними методами: зменшенням частоти обертання зубчастих передач; вживанням косозубчастих і шевронних шестерень замість прямозубих; підвищенням класу точності обробки і зменшенням шорсткості поверхні; вживанням пружних зубчастих коліс, а також коліс із внутрішньою віброізоляцією; заміною, де можливо, зубчастих передач клиноремінними і зубчасто-ремінними.

Шум ланцюгових передач може бути знижений введенням віброізолюючих прокладок між направляючими і станиною, установкою звукоізолюючого кожуха.

Шум від підшипників кочення знижують завдяки вживанню підшипників із кращими шумовими характеристиками, завдяки вібродемпфіруванню і віброізоляції коливаль.

Для зменшення аеродинамічного шуму в джерелі його виникнення необхідно понизити швидкість обтікання деталей повітряними і газовими потоками і струменями, а також прийняти заходи, що знижують у них вихроутворення завдяки використанню обтічних тіл і елементів.

Розглянемо засоби та заходи захисту від шуму залежно від способу реалізації (рис. 2.8).

Архітектурно-планувальні методи захисту від шуму включають:

- раціональне акустичне планування будівель і генеральних планів об'єктів;
- раціональне розміщення технологічного устаткування, машин і механізмів;
- раціональне розміщення робочих місць;
- раціональне акустичне планування зон і режиму руху транспортних засобів і транспортних потоків;
- створення шумозахисних зон у різних місцях знаходження людини.

Організаційно-технічні методи захисту від шуму включають:

- вживання малошумних технологічних процесів (зміна технології виробництва, способу обробки і транспортування матеріалу і ін.);
- оснащення шумних машин засобами дистанційного керування і автоматичного контролю;
- вживання малошумних машин, зміна конструктивних елементів машин, їх збірних одиниць;
- вдосконалення технології ремонту і обслуговування машин;
- використання раціональних режимів праці і відпочинку працівників на шумних підприємствах.

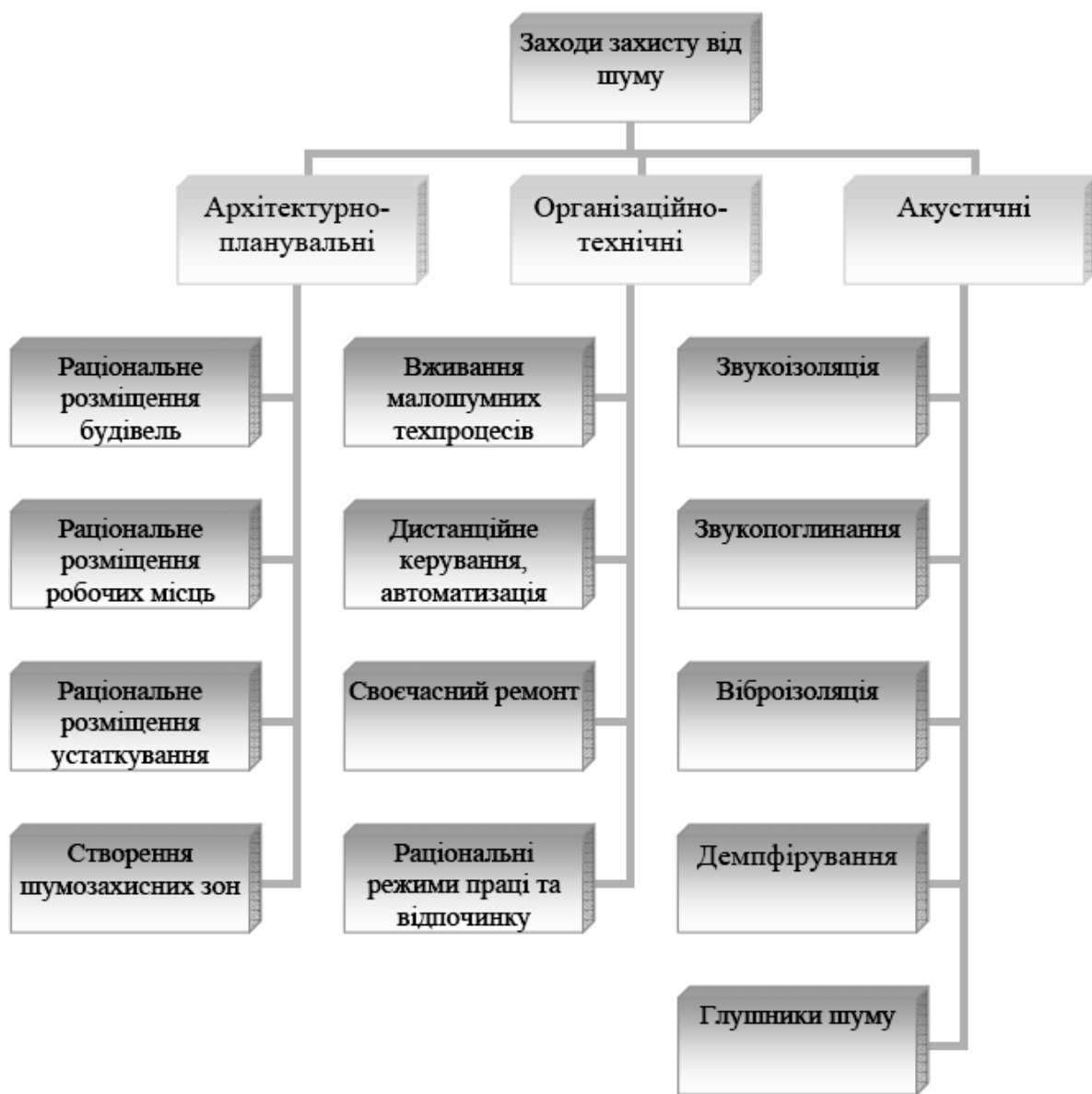


Рисунок 2.8 - Заходи захисту від шуму залежно від способу реалізації

Акустичні засоби захисту від шуму залежно від принципу дії підрозділяються на:

- засоби звукоізоляції;
- засоби звукопоглинання;
- засоби віброізоляції;
- засоби демпфірування;
- глушники шуму.

Звукопоглинання передбачає використання звукопоглинальної здатності матеріалів і конструкцій. Відбираючи акустичну енергію падаючих на них звукових хвиль, звукопоглинальні матеріали трансформують її в теплову.

До звукопоглинальних конструкцій відносяться звукопоглинальні облицювання поверхонь приміщень, штучні звукопоглиначі, облицювані поверхні акустичних екранів, а також звукопоглинальні облицювання, які

використовуються в камерних глушниках і в звукоізолюючих кожухах.

Під **звукоізоляцією** розуміється встановлення всієї шумної машини або її частини в кожух (капот), установка машини в ізольованому приміщенні – боксі.

Засоби звукоізоляції залежно від конструкції підрозділяються на:

- звукоізолюючі обгороджування будівель і приміщень;
- звукоізолюючі кожухи;
- звукоізолюючі кабіни;
- акустичні екрани.

2.9 Інфразвук

Інфразвук – це коливання в пружному середовищі, що мають однакову з шумом фізичну природу, але поширюються з частотою меншою за 20 Гц. Класифікація інфразвуку, нормування та вимірювання встановлюється ДСН 3.3.6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

У виробничих приміщеннях інфразвук утворюється при роботі тихохідних великогабаритних машин та механізмів (компресори, турбіни, електроприводи, вентилятори), що здійснюють обертальні або зворотно-поступальні рухи з повторним циклом до 20 разів за секунду. Інфразвук аеродинамічного походження виникає при турбулентних процесах, у потоках газів та рідин.

За часовими характеристиками інфразвук поділяють на:

- постійний, рівень звукового тиску якого по шкалі “Лінійна” на характеристиці “повільно” змінюється не більш ніж на 10 дБ за 1 хв. спостереження;
- непостійний, рівень звукового тиску якого по шкалі “Лінійна” на характеристиці “повільно” змінюється більш ніж на 10 дБ за 1 хв. спостереження.

Інфразвук робить негативний вплив на органи слуху, викликає стомлення, почуття страху, головні болі, запаморочення, знижує гостроту зору. Особливо несприятлива дія на організм людини інфразвукових коливань з частотою 4-12 Гц.

Параметрами постійного інфразвуку на робочих місцях, що нормуються, є рівні звукового тиску у октавних смугах частот із середньгеометричними частотами 2; 4; 8; 16 Гц у децибелах.

Для непостійного інфразвуку параметром, що нормується, є загальний еквівалентний рівень звукового тиску по шкалі “Лінійна” шумоміра у дБ_{лін}.

Допустимі рівні інфразвуку наведені у табл. 2.4.

Вимірювання інфразвуку проводять на постійних робочих місцях (біля органів керування машин, пультів, у кабінах і т. п.), або в робочих зонах обслуговування при роботі обладнання у характерному режимі.

Таблиця 2.4 - Допустимі рівні інфразвуку

| Допустимі рівні звукового тиску у дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц | | | | Загальний рівень звукового тиску, дБ |
|---|-----|-----|-----|--------------------------------------|
| 2 | 4 | 8 | 16 | |
| 105 | 105 | 105 | 105 | 110 |

Вимірювання інфразвуку проводиться шумомірами 1 класу з частотною характеристикою від 1 Гц і октавними або третинооктавними фільтрами, а мікрофон повинен мати нижньочастотну межу 2-3 Гц. Дозволяється використання магнітографа з частотною характеристикою не менш ніж 2 Гц.

Основним методом захисту від інфразвуку є усунення або зниження рівня інфразвуку в джерелі, що його генерує, а також на стадії проектування машин та агрегатів.

2.10 Ультразвук

Ультразвук – це коливання пружного середовища з частотою понад 20000 Гц. Джерелами ультразвуку можуть бути різні акустичні перетворювачі. Класифікація ультразвуку, його нормування та вимірювання встановлюється ДСН 3.3.6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

За способом передачі від джерела до людини ультразвук поділяють на:

- повітряний, що передається через повітряне середовище;
- контактний, що передається на руки працюючої людини через тверде и рідке середовище.

За спектром ультразвук поділяють на:

- низькочастотний, коливання якого передаються людині повітряним та контактним шляхом (від $1,2 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^5$ Гц);
- високочастотний, коливання якого передаються людині тільки контактним шляхом (від $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^9$ Гц).

Ультразвуки генеруються механічними і електромеханічними випромінювачами. Механічним випромінювачем низькочастотних ультразвукових хвиль великої інтенсивності є сирена. Магнітострикційні електромеханічні випромінювачі застосовуються для генерування ультразвуків до 200 кГц. П'єзоелектричні випромінювачі генерують ультразвук з частотами до 50 МГц.

Ультразвуки застосовуються в техніці для контрольної- вимірювальних цілей.

Ультразвуковою дефектоскопією називається виявлення внутрішніх дефектів (тріщин, раковин) у твердих тілах за допомогою ультразвуку. Така дефектоскопія заснована на відмінності віддзеркалення ультразвуку від пошкоджених і неушкоджених частин тіла.

Ультразвукові хвилі достатньої інтенсивності використовуються в технологічних процесах: здобуття емульсій, знежирення поверхонь деталей. Ультразвуки прискорюють протікання процесів дифузії, деяких хімічних реакцій.

Шкідлива дія ультразвуку на організм людини виражається в порушенні діяльності нервової системи, зниженні больової чутливості, зміні судинного тиску, а також складу і властивостей крові.

Параметрами ультразвуку, що нормуються, утвореного коливаннями повітряного середовища у робочій зоні, є рівні звукового тиску в дБ у третинооктавних смугах з середньгеометричними частотами 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 63,0; 80,0; 100,0 кГц.

Допустимий рівень ультразвукового тиску в третинооктавних смугах з середньгеометричними частотами 12,5; 16; 25; 31,5 – 100 та вище кГц на робочих місцях від ультразвукових установок наведено у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Допустимий рівень ультразвукового тиску в третино октавних смугах

| | | | | | |
|--|------|----|-----|-----|-------------|
| Середньгеометричні частоти третинооктавних смуг, кГц | 12,5 | 16 | 20 | 25 | 31,5 -100,0 |
| Допустимі рівні тиску, дБ | 80 | 90 | 100 | 105 | 110 |

Допустимий рівень ультразвукових тисків в октавних смугах з середньгеометричними частотами 16; 31,5; 63 та вище кГц наведено у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 - Допустимий рівень ультразвукових тисків в октавних смугах

| | | | |
|---|----|------|------------|
| Середньгеометричні частота октавних смуг, кГц | 16 | 31,5 | 63 та вище |
| Допустимі рівні тиску, дБ | 88 | 106 | 110 |

Параметром ультразвуку, що нормується і передається контактним шляхом, є пікове значення віброшвидкості (м/с) у частотному діапазоні від 0,1 МГц до 10 МГц, або його логарифмічний рівень у дБ.

Максимальна величина ультразвуку у зонах, призначених для контакту рук оператора з робочими органами приладів та устаткування, протягом 8-годинного робочого дня не повинна перевищувати значень, вказаних у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 - Максимальна величина ультразвуку

| Параметр, що нормується | Допустима величина |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Віброшвидкість | 1,6 x 10 ⁻² м/с |
| Логарифмічний рівень віброшвидкості | 110 Дб |
| Інтенсивність | 0,1 Вт/см |

Вимірювання ультразвуку у повітряному середовищі проводиться на відстані 0,5 м від контуру устаткування та не менш ніж 2 м від оточуючих поверхонь. Вимірювання потрібно проводити не менш ніж у 4 контрольних точках по контуру устаткування; при цьому відстань між точками вимірювання не повинна перевищувати 1 м.

Вимірювання ультразвуку, який поширюється контактним шляхом, проводиться шляхом визначення пікового значення віброшвидкості на поверхнях, призначених для контакту з руками оператора.

Вимірювання повинно проводитися інтерферометром у точці максимального випромінювання. Вимірювання рівнів ультразвуку слід проводити не менше трьох разів у кожній октавній смузі у кожній точці.

Основними заходами захисту від ультразвуку є дистанційне управління, системи блокування. Ультразвукові установки повинні мати кожухи або екрани із органічного скла або сталевих листів, що оброблені протишумною мастикою, гумовим покриттям. Як засоби індивідуального захисту, використовуються протишумові навушники та двошарові рукавички із зовнішнім гумовим шаром.

2.11 Іонізуюче випромінювання

Іонізуюче випромінювання – це випромінювання, взаємодія якого з середовищем призводить до утворення електричних зарядів (іонів) різних знаків.

Існує два види іонізуючих випромінювань (рис. 2.10):

- **корпускулярне**, яке складається з частинок масою спокою відмінною від нуля (альфа- і бета-випромінювання, нейтронне випромінювання);
- **електромагнітне** (гамма-випромінювання, рентгенівське) з малою довжиною хвилі.

Розглянемо основні характеристики вище зазначених випромінювань.

Альфа (α) – випромінювання – іонізуюче випромінювання, що складається з α-частинок (ядер гелію), які утворюються при ядерних перетвореннях і рухаються зі швидкістю близько до 20 000 км/с. Енергія α-частинок – 2-8 МеВ. Рухаючись у речовині, α-частинки іонізують атоми або молекули речовини, втрачаючи при цьому енергію і утворюючи на своєму шляху близько 10⁵ пар іонів.

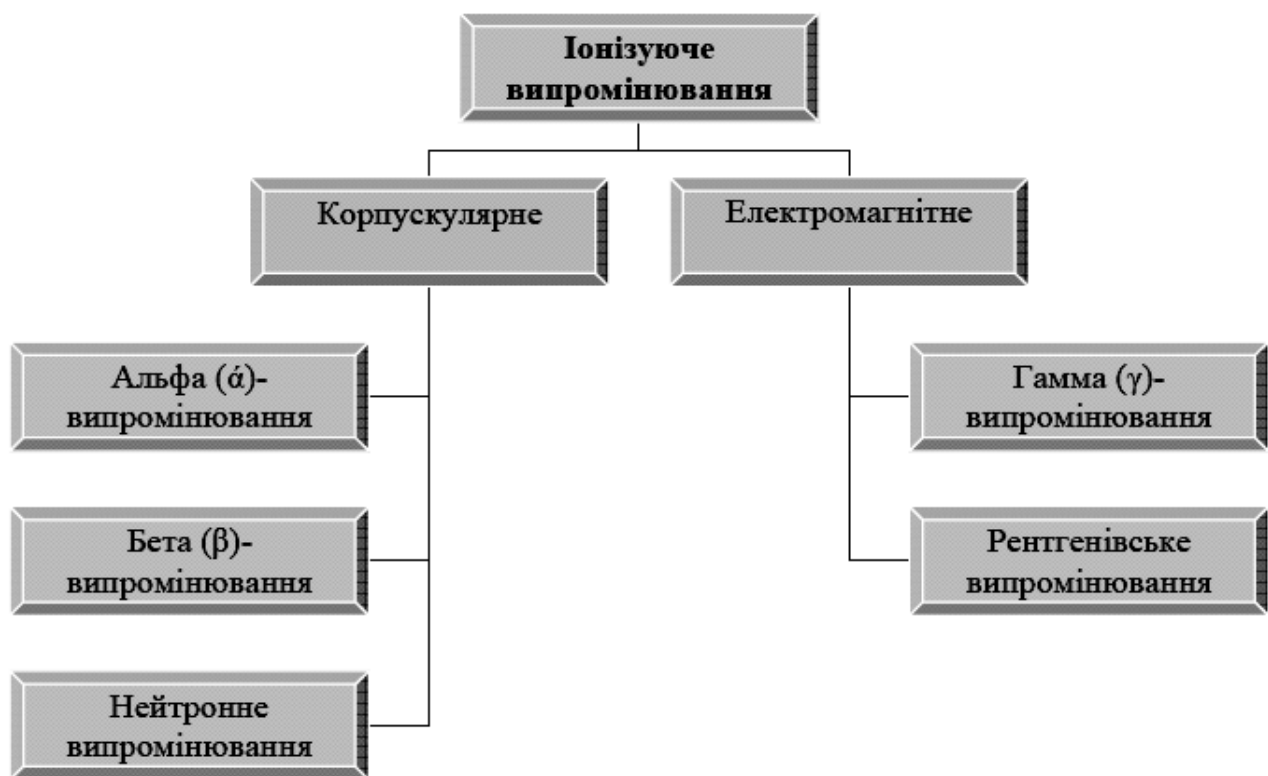


Рисунок 2.10 - Класифікація іонізуючих випромінювань

Витративши свою енергію на іонізацію, α -частинка приєднує два електрони і стає нейтральним атомом гелію. Під пробігом α - частинки розуміють ту відстань у речовині, на якій вона іонізує. α - частинки затримуються аркушем паперу, практично нездатні проникати крізь шкіряний покрив. Тому α -частинки не несуть серйозної небезпеки доти, доки вони не потраплять всередину організму через відкриту рану або через кишково-шлунковий тракт разом із їжею. α -частинки проникають у повітря на 10-11 см від джерела, а в біологічних тканинах на 30-40 мкм.

Бета (β) – випромінювання – це електронне та позитронне іонізуюче випромінювання з безперервним енергетичним спектром, що виникає при ядерних перетвореннях. Швидкість β – частинок близька до швидкості світла. Вони мають меншу іонізуючу і більшу проникаючу здатність у порівнянні з α – частинками. β – частинки проникають у тканини організму на глибину до 1-2 см, а в повітрі – на декілька метрів. Вони повністю затримуються шаром ґрунту товщиною 3 см.

Нейтронне випромінювання є потоком ядерних частинок, що не мають електричного заряду. Маса нейтрона в 4 рази менше маси α – частинки. Залежно від енергії розрізняють повільні нейтрони (з енергією менше 1 KeV), нейтрони проміжних енергій (від 1 до 500 KeV) і швидкі нейтрони (від 500 KeV до 20 MeV). Проникаюча здатність нейтронів залежить від їх енергії, але вона істотно вище ніж у α – або β – частинок. Так, довжина пробігу нейтронів проміжних енергій складає близько 15 м у повітряному середовищі і 3 см в біологічній тканині, аналогічні показники для швидких нейтронів – відповідно

120 м і 10 см. Таким чином, нейтронне випромінювання має високу проникаючу здатність і представляє для людини найбільшу небезпеку зі всіх видів корпускулярного випромінювання.

Гамма (γ) випромінювання представляє собою електромагнітне випромінювання з високою енергією та малою довжиною хвилі. Дане випромінювання виникає при ядерних перетвореннях. У процесі γ – випромінювання виділяється енергія збудження ядра. Ядро може перейти в збуджений стан внаслідок радіоактивного розпаду або штучно спричинених ядерних перетворень. Гамма-випромінювання, яке виникає при певній ядерній реакції, утворене квантами однієї енергії або групою квантів із дискретними значеннями енергії. Найчастіше гамма – випромінювання має енергію в діапазоні від кількох кіло-електрон-вольт до кількох мега-електрон-вольт. Гамма випромінювання характеризується великою проникаючою здатністю, проникає крізь великі товщі речовини. Поширюється воно зі швидкістю світла і використовується в медицині для стерилізації приміщень, апаратури, продуктів харчування.

Рентгенівське випромінювання виникає в результаті зміни стану енергії електронів, що знаходяться на внутрішніх оболонках атомів, і має довжину хвилі від $8 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-12}$ м. Це випромінювання є сукупністю гальмівного та характеристичного випромінювання, енергія фотонів котрих не перевищує 1 МеВ. Рентгенівське випромінювання добувають у спеціальних приладах, які називають рентгенівськими трубками. У науці і техніці широко застосовують такі властивості рентгенівського випромінювання, як його велика здатність, дія на фотопластинки, здатність іонізувати речовину, крізь яку вони проходять. Так, **рентгенівська дефектоскопія** – спосіб визначення наявності, місцезнаходження і розмірів внутрішніх дефектів у матеріалах і виробках – ґрунтується на відмінності ослаблення рентгенівського випромінювання під час його проходження крізь ділянки виробів різної густини і протяжності. За допомогою рентгеноструктурного аналізу досліджують атомну структуру речовини, вивчаючи картини дифракції і розсіювання рентгенівського випромінювання речовиною. Властивість рентгенівського випромінювання порізному поглинатись різними елементами, здатність спричинювати світіння екранів лягли в основу його широкого застосування в медицині для просвічування різних органів хворих з метою діагностики, лікування злоякісних пухлин.

Дія іонізуючого випромінювання на організм людини.

Вплив радіації на організм залежить від фізичних властивостей радіонукліда, типу і енергії випромінювання, дози, форми сполуки, що вводиться, шляхів і ритму надходження, особливостей розподілу, ефективного періоду напіврозпаду, що визначає тривалість променевої дії, фізіологічних і генетичних особливостей організму. У залежності від перерахованих факторів один і той же радіонуклід може, наприклад, значно скорочувати природну тривалість життя виду, або помітно не впливати чи навіть її продовжувати порівняно з адекватним контролем.

Ефективність різних видів радіації визначається просторовим розподілом первинних біофізичних подій, що обумовлюють кінцевий біологічний ефект. Біологічну дію радіації умовно можна поділити на: первинні фізико-хімічні процеси, що виникають у молекулах живих клітин і субстратах, що їх оточують; порушення функцій організму як наслідок первинних процесів.

При вивченні дії на організм людини іонізуючого випромінювання були виявлені такі особливості:

- висока руйнівна ефективність поглинутої енергії іонізуючого випромінювання може спричинити глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого періоду негативних змін в організмі, який може бути досить довгим при опроміненнях у малих дозах;
- дія малих доз іонізуючого випромінювання може накопичуватись;
- іонізуюче випромінювання може впливати не тільки на даний живий організм, а й на його нащадків (генетичний ефект – зміна експресії генів, хромосомні перебудови, мутагенез);
- різні органи живого організму мають певну чутливість до опромінення. Найбільш чутливим є: кристалик ока, червоний кістковий мозок, щитовидна залоза, внутрішні органи, молочні залози, статеві органи.

Розрізняють зовнішнє і внутрішнє опромінення організму.

Під **зовнішнім опроміненням** розуміють дію на організм іонізуючих випромінювань від зовнішніх по відношенню до нього джерел. Джерела зовнішнього випромінювання – космічні промені, природні радіоактивні джерела, що знаходяться в ґрунті, воді, атмосфері, джерела альфа-, бета-, гамма-, рентгенівського і нейтронного випромінювань, які використовуються в техніці, в медицині й інше.

Внутрішнє опромінення здійснюється радіоактивними речовинами, що попали всередину організму через дихальні органи, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви. Внутрішнє опромінення організму триває до тих пір, поки радіоактивна речовина не розпадеться або не буде виведена з організму в результаті процесів фізіологічного обміну. Внутрішнє опромінення небезпечне тим, що викликає виразки різних органів, що тривало не гояться, і злоякісні пухлини.

Під впливом іонізуючих випромінювань у людини виникає променева хвороба. Розрізняють три ступеня променевої хвороби:

- **перший ступінь**, симптомами якого є слабкість, головний біль, порушення сну і апетиту;
- **другий ступінь**, симптомами якого є посилені головні болі, посилена слабкість, порушення сну та апетиту, порушення в діяльності серцево-судинної системи, зміна обміну речовин і складу крові, розлад органів травлення;
- **третій ступінь**, симптомами якого виступають крововиливи, випадання волосся, порушення діяльності центральної нервової системи і статевих залоз.

Нижній рівень розвитку легкої форми променевої хвороби виникає при еквівалентній дозі опромінення приблизно 1 Зв; важка форма променевої хвороби, при якій гине половина всіх опромінених, настає при еквівалентній дозі опромінення 4,5 Зв; 100-% смертельний результат променевої хвороби відповідає еквівалентній дозі опромінення 5,5-7,0 Зв.

Захист від іонізуючого випромінювання.

Захист від іонізуючого випромінювання включає заходи індивідуального та колективного захисту.

Відповідно до ГОСТ 12.4.120-83. “ССБТ. Средства коллективной защиты от ионизирующих излучений. Общие технические требования” заходи колективного захисту від іонізуючого випромінювання поділяються:

- засоби захисту від зовнішнього опромінення;
- засоби захисту від внутрішнього опромінення;
- засоби захисту від комбінованого (зовнішнього і внутрішнього опромінення);
- засоби захисту загального вживання.

Для захисту від зовнішнього випромінювання, яке має місце при роботі із закритими джерелами випромінювання, основні зусилля необхідно направити на попередження переопромінення персоналу шляхом:

- збільшення відстані між джерелом випромінювання і людиною (захист відстанню);
- скорочення тривалості роботи в зоні випромінювання (захист часом);
- екранування джерела випромінювання (захист екранами).

За своїм призначенням захисні екрани можуть бути умовно поділені на 5 груп.

1. **Захисні екрани – контейнери**, в яких розміщується радіоактивні препарати. Головне призначення таких екранів – зберігання радіоактивних препаратів у неробочому місці.

2. **Захисні екрани для обладнання**. У цьому разі екрани повністю оточують усе робоче обладнання при положенні радіоактивного препарату в робочому стані або при включенні високої напруги на джерела ІВ.

3. **Захисні екрани, що монтуються як частини будівельних конструкцій** (стіни, перекриття підлоги та стелі). Такий вид екранів призначений для захисту приміщень, в яких постійно знаходиться персонал.

4. **Пересувні захисні екрани**. Цей тип захисних екранів використовується для захисту робочого місця на різних ділянках робочої зони.

5. **Екрани індивідуальних засобів захисту** (щиток із оргскла, скло пневмокостюмів, просвинцьовані рукавиці).

Для захисту від альфа-випромінювання немає необхідності розраховувати товщину екрану, оскільки завдяки проникній здатності цього випромінювання шар повітря в кілька сантиметрів, гумові рукавички вже забезпечують достатній захист.

Екран для захисту від бета-випромінювання виготовляють із матеріалів з невеликою атомною масою (алюміній, скло) для запобігання утворення гальмівного випромінювання.

Для захисту від гамма-випромінювання застосовуються екрани із матеріалів, що мають велику атомну масу (свинець, чавун, бетон). Товщину екранів визначають за шарами половинного послаблення.

Шар половинного послаблення – це товщина будь якої речовини, яка вдвічі знижує дозу проникаючої радіації. Товщину захисного екрану розраховують за кратністю послаблення дози. Підраховавши дозу без захисту і визначивши кратність перевищення дози, проводять розрахунок послаблення дози до гранично допустимого рівня, використовуючи для цього показник шару половинного послаблення. Залежність кратності зниження дози від кількості шарів половинного послаблення визначається за спеціальними таблицями.

Захист відстанню проводять за допомогою пристрою для дистанційної роботи з радіоактивною речовиною (дистанційні інструменти, подовжувачі, маніпулятори). Даний спосіб є досить ефективним, оскільки при збільшенні відстані від джерел іонізуючого випромінювання у 2 рази доза зменшується в 4 рази.

Засоби захисту від внутрішнього опромінення відкритими радіоактивними джерелами іонізуючих випромінювань залежно від способу захисту поділяються на:

- герметизуючі пристрої (захисні бокси, камери, сейфи);
- захисні покриття (полімерні, металеві, керамічні, скляні);
- пристрої очищення повітря і рідин (вентиляційні, такі, що фільтрують, конденсаційні);
- засоби дезактивації.

У всіх приміщеннях із постійним перебуванням персоналу, призначених для робіт із джерелами радіації у відкритому вигляді, має проводитися щоденне вологе прибирання. Періодично, але не рідше одного разу на місяць, робиться генеральне прибирання з дезактивацією стін, підлоги, дверей, зовнішніх поверхонь устаткування. Добір дезактивуючих засобів та миючих розчинів здійснюють з урахуванням властивостей радіонуклідів та їхніх сполук.

Дезактивацію забруднених поверхонь проводять за допомогою м'яких щіток, тампонів, змочених миючими засобами, або способом змиву. Після дезактивації спеціальними миючими засобами поверхню промивають водою й протирають сухою чистою ганчіркою. Потім проводять контроль чистоти поверхні відповідним радіометричним приладом. Використані щітки, тампони збирають у пластикові мішки або в інші ємкості та видаляють як радіоактивні відходи.

Як миючі засоби можуть використовуватися такі розчини:

- пральний порошок – 10 мл, луг – 10 мл, вода – 1 л;
- щавлева кислота – 5 г, кухонна сіль – 50 г, миючий засіб ДС- РАС – 10 мл, вода – до 1 л.

Для дезактивації цінного обладнання, приладів готують наступні розчини:

- лимонна кислота – 10 г, вода – до 1 л;
- щавлева кислота – 20 г, вода – до 1 л.

Після дезактивації підлогу і обладнання ретельно промивають водою і протирають насухо ганчіркою.

Для захисту від комбінованого випромінювання використовують заходи захисту від зовнішнього та внутрішнього випромінювання.

Засоби захисту загального вживання поділяються на:

- пристрої автоматичного контролю (прилади блокування і сигналізації);
- пристрої дистанційного керування;
- засоби захисту при транспортуванні і тимчасовому зберіганні радіоактивних речовин (контейнери, пакувальні комплекти);
- знаки безпеки (знак радіаційної небезпеки, попереджувальні написи);
- ємкості радіоактивних відходів.

Заходи індивідуального захисту і особистої гігієни при роботі з іонізуючим випромінюванням.

Весь персонал, який працює чи відвідує місце роботи з відкритими джерелами радіації, повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту в залежності від виду та класу робіт.

При роботах I-го класу і окремих видах робіт II-го класу персонал забезпечується комбінезонами, шапочками, спецбілизною, панчолами, легким взуттям, рукавицями, паперовими рушниками і носовиками разового користування, а також засобами захисту органів дихання (респіратори, протигаз).

При роботах II-го та окремих видах робіт III-го класу персонал забезпечується халатами, шапочками, рукавицями, легким взуттям, а при необхідності засобами захисту органів дихання.

2.12 Класифікація електромагнітних випромінювань за частотним спектром

Джерела і основні характеристики електромагнітних вимірювань. Розрізняють природні та штучні джерела електромагнітних полів (ЕМП). В процесі еволюції біосфера постійно знаходилась та знаходиться під впливом ЕМП природного походження (природний фон): електричне та магнітне поля Землі, космічні ЕМП, в першу чергу ті, що генеруються Сонцем. У період науково-технічного прогресу людство створило і все ширше використовує штучні джерела ЕМП. В теперішній час ЕМП антропогенного походження значно перевищують природний фон і є тим несприятливим чинником, чий вплив на людину з року в рік зростає. Джерелами, що генерують ЕМП антропогенного походження є телевізійні та радіотрансляційні станції,

установки для радіолокації та радіонавігації, високовольтні лінії електропередач, промислові установки високочастотного нагрівання, пристрої, що забезпечують мобільний та сотовий телефонні зв'язки, антени, трансформатори і т. п. По суті джерелами ЕМП можуть бути будь-які елементи електричного кола, через які проходить високочастотний струм. Причому ЕМП змінюється з тою ж частотою, що й струм який його створює.

Електромагнітні поля характеризуються певною енергією, яка поширюється в просторі у вигляді електромагнітних хвиль. Основними параметрами електромагнітних хвиль є: I – інтенсивність випромінювання, Вт/м²; E (В/м) та H (А/м) – відповідно електрична і магнітна складові напруженості електромагнітного випромінювання; довжина хвилі λ , м; частота коливання f , Гц. Швидкість поширення радіохвиль c практично дорівнює швидкості світла. Параметри λ і f пов'язані між собою наступною залежністю

$$\lambda = \frac{c}{f}. \quad (2.5)$$

Залежно від частоти коливання (довжини хвилі) радіочастотні електромагнітні випромінювання поділяються на низку діапазонів (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – Спектр діапазонів електромагнітних випромінювань радіочастот

| № з/п | Назва діапазону частот | Діапазон частот, Гц | Діапазон довжин хвиль, м | Назва діапазону довжин хвиль |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 1 | Низькі частоти (НЧ) | $3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^5$ | $10^4 - 10^3$ | Довгі (кілометрові) |
| 2 | Середні частоти (СЧ) | $3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^6$ | $10^3 - 10^2$ | Середні (гептаметрові) |
| 3 | Високі частоти (ВЧ) | $3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^7$ | $10^2 - 10$ | Короткі (декаметрові) |
| 4 | Дуже високі частоти (ДВЧ) | $3 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^8$ | $10 - 1$ | Ультракорткі (метрові) |
| 5 | Ультрависокі частоти (УВЧ) | $3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^9$ | $1 - 10^{-1}$ | Дециметрові |
| 6 | Надвисокі частоти (НВЧ) | $3 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{10}$ | $10^{-1} - 10^{-2}$ | Сантиметрові |
| 7 | Надзвичайно високі частоти (НЗВЧ) | $3 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{11}$ | $10^{-2} - 10^{-3}$ | Міліметрові |

Примітка: діапазони частот та довжин хвиль включають верхнє значення параметра і виключають нижнє.

Дія електромагнітних полів на організм людини. Ступінь впливу ЕМП на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності та тривалості дії,

характеру випромінювання (неперервне чи модульоване), режиму опромінення, площі поверхні тіла, що опромінюється, індивідуальних особливостей організму.

ЕМП можуть викликати біологічні та функціональні несприятливі ефекти в організмі людини. Функціональні ефекти проявляються у передчасній втомлюваності, частих болях голови, погіршенні сну, порушеннях центральної нервової (ЦНС) та серцево-судинної систем. При систематичному опроміненні ЕМП спостерігаються зміни кров'яного тиску, сповільнення пульсу, нервово-психічні захворювання, деякі трофічні явища (випадання волосся, ламкість нігтів та ін.). Сучасні дослідження вказують на те, що радіочастотне випромінювання, впливаючи, на ЦНС, є вагомим стрес-чинником.

Біологічні несприятливі ефекти впливу ЕМП проявляються у тепловій та нетепловій дії. Нині достатньо вивченою можна вважати лише теплову дію ЕМП, яка призводить до підвищення температури тіла та місцевого вибіркового нагрівання органів та тканин організму внаслідок переходу електромагнітної енергії у теплову. Таке нагрівання особливо небезпечне для органів із слабкою терморегуляцією (головний мозок, око, нирки, шлунок, кишківник, сім'яники). Наприклад, випромінювання сантиметрового діапазону призводять до появи катаракти, тобто до поступової втрати зору.

Механізм та особливості нетеплової дії ЕМП радіочастотного діапазону ще до кінця не з'ясовані. Частково таку дію пояснюють специфічним впливом радіочастотного випромінювання на деякі біофізичні явища: біоелектричну активність, що може призвести до порушення усталеного протікання хімічних та ферментативних реакцій; вібрацію субмікроскопічних структур; енергетичне збудження (часто резонансне) на молекулярному рівні, особливо на конкретних частотах у, так званих, «вікнах прозорості».

Нормування та визначення ЕМП. Змінне ЕМП являє собою сукупність магнітного та електричного полів і поширюється в просторі у вигляді електромагнітних хвиль.

Простір навколо джерела ЕМП умовно поділяють на ближню зону (зону індукції) та дальню зону (зону випромінювання). Для оцінки ЕМП у цих зонах використовують різні підходи. Ближня зона охоплює простір навколо джерела ЕМП, що має радіус, який приблизно дорівнює $1/6$ довжини хвилі. В цій зоні електромагнітна хвиля ще не сформована, тому інтенсивність ЕМП оцінюється окремо напруженістю магнітної та електричної складових поля. В ближній зоні, зазвичай, знаходяться робочі місця з джерелами електромагнітних випромінювань НЧ, СЧ, ВЧ, ДВЧ. Робочі місця, на яких знаходяться джерела електромагнітних випромінювань з довжиною хвилі меншою ніж 1 м (УВЧ, НВЧ, НЗВЧ) знаходяться практично завжди у дальній зоні, у якій електромагнітна хвиля вже сформувалася. В цій зоні ЕМП оцінюється за кількістю енергії (потужності), що переноситься хвилею у напрямку свого поширення. Для кількісної характеристики цієї енергії застосовують значення поверхневої густини потоку енергії або інтенсивність, що визначається в Вт/м².

Допустимі рівні напруженості ЕМП радіочастотного діапазону наведені ГОСТ 12.1.006-84

Дотримання допустимих значень ЕМП контролюють шляхом вимірювання напруженостей H та E на робочих місцях і в місцях можливого знаходження персоналу, в яких є джерела ЕМП. Контроль необхідно проводити періодично, однак не рідше ніж один раз на рік, а також при введенні в експлуатацію нових чи модернізованих установок з джерелами ЕМП, після їх ремонту, переналагодження, а також при організації нових робочих місць.

Захист від електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону. Засоби та заходи захисту від ЕМ випромінювань радіочастотного діапазону поділяються на індивідуальні та колективні. Останні можна підрозділити на організаційні, технічні та лікувально-профілактичні.

До **організаційних заходів** колективного захисту належать:

- розміщення об'єктів, які випромінюють ЕМП таким чином, щоб звести до мінімуму можливе опромінення людей;
- «захист часом» – перебування персоналу в зоні дії ЕМП обмежується мінімально необхідним для проведення робіт часом;
- «захист відстанню» – віддалення робочих місць на максимально допустиму відстань від джерел ЕМП;
- «захист кількістю» – потужність джерел випромінювання повинна бути мінімально необхідною;
- виділення зон випромінювання ЕМП відповідними знаками безпеки.

Технічні засоби колективного захисту передбачають:

- екранування джерел випромінювання ЕМП;
- екранування робочих місць;
- дистанційне керування установками, до складу яких входять джерела ЕМП;
- застосування попереджувальної сигналізації.

До **лікувально-профілактичних заходів** колективного захисту належать:

- попередній та періодичні медогляди;
- надання додаткової оплачуваної відпустки та скорочення тривалості робочої зміни;
- допуск до роботи з джерелами ЕМП осіб, вік яких становить не менше 18 років, а також таких, що не мають протипоказів за станом здоров'я.

Одним із найбільш ефективних технічних засобів захисту від ЕМП радіочастотного діапазону, що знаходить широке застосування у промисловості є екранування.

Для екранів використовуються, головним чином, матеріали з великою електричною провідністю (мідь, латунь, алюміній та його сплави, сталь). Екрани виготовляються із металевих листів або сіток у вигляді замкнутих камер, шаф чи кожухів, що під'єднуються до системи заземлення. Принцип дії захисних екранів базується на поглинанні енергії випромінювання матеріалом з наступним відведенням в землю, а також на відбиванні її від екрана.

Захист приміщення від впливу зовнішніх ЕМП можна забезпечити шляхом оклеювання стін металізованими шпалерами та встановлення на вікнах металевих сіток.

Як засоби індивідуального захисту від ЕМП застосовуються халати, комбінезони, захисні окуляри та ін. Матеріалом для халатів та комбінезонів слугує спеціальна радіотехнічна тканина, в структурі якої тонкі металеві нитки утворюють сітку. Для захисту очей використовують спеціальні радіозахисні окуляри ОРЗ-5 (ЗП5-90), на скло яких нанесено тонку прозору плівку напівпровідникового олова.

2.13 Інфрачервоне випромінювання

Інфрачервоне випромінювання відкрив англійський учений В. Гершель у 1800 р. Воно займає спектральну область між червоним кінцем видимого світла і короткохвильовим радіовипромінюванням у діапазоні довжин хвиль від 0,74 мкм до 1-2 мм. Це випромінювання має велику енергію і тому дуже нагріває тіла, на які воно падає; його часто називають тепловим.

Джерелами інфрачервоного випромінювання є лампи розжарювання з вольфрамовою ниткою, електрична вугільна дуга, газорозрядні лампи, нагріті поверхні технологічного устаткування. Потужним природним джерелом є Сонце, близько 50% випромінювання його лежить в інфрачервоній області.

Інфрачервоне випромінювання використовують у сільському господарстві при влаштуванні парників. Промені, відбиваючись від парника, додатково нагрівають ґрунт (парниковий ефект).

Інфрачервоне випромінювання застосовують для сушіння матеріалів, овочів, фруктів. Створено прилади, в яких інфрачервоне зображення об'єкта перетворюється у видиме. Інфрачервоні локатори і далекоміри знаходять об'єкти в темряві, якщо їх температура вища за температуру навколишнього середовища. Інфрачервоні лазери використовують для наземного та космічного зв'язку.

Вплив інфрачервоного випромінювання на людину залежить від довжини хвилі, що випромінюється, й від глибини проникнення. У залежності від цього інфрачервоне випромінювання поділяють на три ділянки:

А – ближня (короткохвильова) – характеризується високою проникністю крізь шкіру $\lambda = 0,78-1,4$ мкм;

В – середня (середньохвильова) – поглинається шарами дерми та підшкірною жировою тканиною $\lambda = 1,4-3,0$ мкм;

С – далека (довгохвильова) – поглинається епідермісом $\lambda = 3,0-1000$ мкм.

Необхідно зазначити, що довгохвильове опромінення веде до більш значного підвищення температури тіла, ніж короткохвильове.

Дія інфрачервоного випромінювання залежить також від інтенсивності випромінювання. Так, залежно від інтенсивності місцева дія інфрачервоного

випромінювання викликає різні суб'єктивні відчуття від тепла до почуття печії. Суб'єктивна оцінка впливу теплового випромінювання різної інтенсивності показана у табл. 2.9.

Таблиця 2.9 - Суб'єктивна оцінка впливу теплового випромінювання різної інтенсивності

| Інтенсивність випромінювання, Вт/м ² | Оцінка впливу теплового випромінювання |
|---|--|
| 249,5-559,0 | Слабке, переноситься необмежено довгий час |
| 559,0-1048,2 | Помірне, переноситься 3-5 хв |
| 1048,3-1607,2 | Середнє, переноситься 40-60 с |
| 1607,2-2096,4 | Високе, переноситься 20-30 с |
| 2096,5-2795,2 | Значне, переноситься 12-24 с |
| 2795,3-3494,0 | Сильне, переноситься 8-10 с |
| Понад 3494,0 | Дуже сильне, переноситься 2-5 с |

Тривала дія інфрачервоного випромінювання викликає патологічні зміни. Так, у робітників гарячих цехів спостерігаються серцево-судинні захворювання, реєструється понижений кров'яний тиск, виникають розлади шлунково-кишкового тракту. Під впливом перегрівання спостерігається ряд нервових розладів – дратівливість, головний біль, безсоння. Окрім того інфрачервоне випромінювання, діючи на очі, викликає помутніння кришталика, опік сітківки, професійні катаракти.

Відповідно до ДСН 3.3.6-042-99 “Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати:

- 35,0 Вт/м² – при опроміненні 50% та більше поверхні тіла;
- 70 Вт/м² – при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50%;
- 100 Вт/м² – при опроміненні не більше 25% поверхні тіла працюючого.

При наявності джерел з інтенсивністю 35,0Вт/м² і більше температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхніх меж оптимальних значень для теплого періоду року, на непостійних – верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

При наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до 140,0 Вт/м². Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25% поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

Заходи та засоби щодо зниження небезпечної дії інфрачервоного випромінювання включають заходи та засоби колективного та індивідуального захисту.

Відповідно до ГОСТ 12.4.123-83 “Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений” до засобів колективного захисту від інфрачервоного випромінювання належать:

- захисні пристрої, екрани (теповідбивні, тепловідвідні, теплопоглинальні, комбіновані);
- пристрої автоматичного контролю і сигналізації;
- герметизуючі пристрої;
- пристрої дистанційного керування;
- пристрої для вентиляції повітря;
- теплоізолюючі пристрої;
- знаки безпеки.

До засобів колективного захисту від інфрачервоного випромінювання відносяться і такі лікувально-профілактичні заходи, як попередній та періодичний медичний огляд працівників, раціоналізація режимів праці та відпочинку. Так, при інтенсивності теплового опромінення понад 350 Вт/м² та опроміненні понад 25% поверхні тіла тривалість безперервної роботи і регламентованих перерв встановлюється у відповідності з даними, наведеними в табл. 2.10 (ДНАОП 0.03-1.23-82).

Таблиця 2.10 - Допустима тривалість безперервного інфрачервоного опромінення та регламентованих перерв протягом години

| Інтенсивність ІЧ опромінювання, Вт/м ² | Тривалість безперервних періодів опромінювання, хв | Тривалість перерв, хв | Сумарне опромінювання протягом зміни, % |
|---|--|-----------------------|---|
| 350.0 | 20.0 | 8.0 | до 50 |
| 700.0 | 15.0 | 10.0 | до 45 |
| 1050.0 | 12.0 | 12.0 | до 40 |
| 1400.0 | 9.0 | 13.0 | до 30 |
| 1750.0 | 7.0 | 14.0 | до 25 |
| 2100.0 | 5.0 | 15.0 | до 15 |
| 2450.0 | 3.5 | 12.0 | до 15 |

До засобів індивідуального захисту від інфрачервоного випромінювання відносять: спецвзуття, спецодяг, який витримує високі температури і який водночас є м'яким і повітренопропускним (брезент, сукно). Для захисту очей використовують спеціальні окуляри зі скельцями жовто-зеленого або синього кольору.

Інтенсивність теплового опромінення вимірюється приладами з чутливістю в інфрачервоному діапазоні, що діють за принципами термо-, фотоелектричного та інших ефектів (інфрачервоні спектрографи) або визначається розрахунковим методом за температурою джерела.

2.14 Ультрафіолетове випромінювання

У 1801 р. німецький фізик Й. В. Ріттер та англійський фізик У. Волластон відкрили невидимі промені, які назвали ультрафіолетовими. Ці промені займають спектральну область між фіолетовим кінцем видимого світла і рентгенівськими променями, в діапазоні довжин хвиль від 400 до 10 нм.

Джерелами ультрафіолетового випромінювання є тіла, розжарені до температури порядку 3000 К. Прикладом можуть бути ртутно-кварцові, ксенонові, газорозрядні лампи. Природним джерелом ультрафіолетового випромінювання є Сонце, зорі, туманності та інші космічні об'єкти.

Спектр ультрафіолетових випромінювань поділяється на три області:

- УФА – довгохвильова з довжиною хвилі від 400 до 320 нм;
- УФВ – середньохвильова з довжиною хвилі від 320 до 280 нм;
- УФС – короткохвильова з довжиною хвилі від 280 до 10 нм.

Ультрафіолетові промені мають дуже сильну біологічну дію, тому їх значення в природі величезне. Випромінювання в інтервалі 0,38-0,32 мкм сприяє зміцненню і загартуванню людини, утворенню вітаміну D в її організмі. Випромінювання в інтервалі 0,32-0,28 мкм спричиняє загар, а в інтервалі 0,28-0,25 мкм йому властива бактерицидна дія. Якщо тривалий час відсутнє ультрафіолетове випромінювання, то в організмі людини виникають небажані явища, які називаються світловим голодуванням або ультрафіолетовою недостатністю.

У той же час дія значних доз ультрафіолетових випромінювань може призвести до ураження очей та шкіри. Ураження очей гостро проявляються у вигляді фото- або електрофтальмії. Тривала дія ультрафіолетових випромінювань довжиною 200-280 нм може призвести до утворення ракових клітин. Ультрафіолетове випромінювання впливає на центральну нервову систему, викликає головний біль, підвищення температури, нервові збудження, зміни у шкірі та крові.

Допустимі величини ультрафіолетового випромінювання на постійних і непостійних робочих місцях від виробничих джерел із врахуванням спектрального складу випромінювання встановлюються СН 4557-88 "Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях" (табл. 2.11).

До засобів та заходів захисту від ультрафіолетового випромінювання належать: раціональне розташування робочих місць; екранування джерел випромінювання; екранування робочих місць; "захист відстанню"; засоби індивідуального захисту (спецодяг зі спеціальних тканин, що затримують ультрафіолетові випромінювання, окуляри із захисним склом).

Інтенсивність опромінення працівників повинна вимірюватися на постійних і непостійних робочих місцях періодично, не рідше 1 разу на рік в порядку поточного санітарного нагляду, а також при прийманні в експлуатацію нового

устаткування і технології, при внесенні технічних змін до конструкції устаткування, що діє, при організації нових робочих місць.

Таблиця 2.11 - Допустимі значення інтенсивності ультрафіолетового випромінювання

| Області ультрафіолетових випромінювань | Загальна тривалість дії випромінювання за зміну до 60 хв та тривалість однократного випромінювання до 5 хв | Загальна тривалість дії випромінювання 50 % робочої зміни та тривалість однократного опромінення вище 5 хв |
|--|--|--|
| УФА | 50,0 Вт/м ² | 10,0 Вт/м ² |
| УФВ | 0,05 Вт/м ² | 0,01 Вт/м ² |
| УФС | 0,001 Вт/м ² | Випромінювання не допускається |

2.15 Лазерне випромінювання

Лазери – це потужні випромінювачі електромагнітної енергії оптичного діапазону, які ще називаються квантовими генераторами. Принцип роботи лазера базується на взаємодії електромагнітного поля з електронами, які входять до складу атомів і молекул робочої речовини. Випромінювання лазерів когерентне, воно має постійну різницю фаз між коливанням. Воно розповсюджується в середовищі вузько напрямленим променем і характеризується високою концентрацією енергії.

Сфера застосування лазерів в промисловості різноманітна.

Так, густина потужності лазерного пучка може досягати порядку 10^{12} - 10^{16} Вт/см². Цього досить, щоб сфокусувавши його в зоні фокальної плями, за час 10^{-8} с пропалити отвір у вольфрамовій фользі. Цю властивість лазерних пучків використовують у світлопроменевих верстатах, за допомогою яких “пробивають” отвори в годинникових камінцях з рубіну, алмазу, в тугоплавких сплавах і важкооброблюваних металах.

Лазери мають велике застосування в мікроелектроніці. За допомогою лазерів зварюють з’єднання мікросхем, напилують напівпровідникові шари. Висока монохроматичність лазерного випромінювання дають можливість використовувати його для вимірювання відстаней.

У медицині однією з галузей застосування оптичних квантових генераторів є хірургія. Вихідний пучок світла використовують для зашивання, стерилізації і припікання ділянок живих тканин.

Лазерне випромінювання – це електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі від 0,2 до 1000 мкм. Цей діапазон, з точки зору біологічної дії, ділиться на

три області: ультрафіолетову (0,2...0,4 мкм); ближню інфрачервону (0,75...1,4 мкм); дальню інфрачервону (понад 1,4 мкм).

За характером генерації випромінювання лазери діляться на: імпульсні (тривалість випромінювання 0,25 сек.); безперервної дії (тривалість випромінювання 0,25 сек і більше).

Дія лазерного випромінювання залежить від потужності, довжини хвилі променя, тривалості імпульсу, частоти повторення імпульсів, часу дії імпульсу, біологічних і фізико-хімічних особливостей променевого ураження тканин і органів.

Лазерна безпека – це сукупність технічних, санітарно-гігієнічних та організаційних заходів, які гарантують безпечні умови праці персоналу при використанні лазерів.

При експлуатації лазерів основними небезпечними та шкідливими виробничими чинниками можуть бути: підвищений рівень інфрачервоної радіації та іонізуючого випромінювання у робочій зоні; підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці, які виникають при роботі лазера; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони продуктами взаємодії лазерного випромінювання з матеріалом мішені та повітрям; підвищена яскравість світла від імпульсних ламп накачування і зони взаємодії лазерного променя з матеріалом мішені; підвищений рівень електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону і ін.

За ступенем небезпеки вихідного випромінювання лазери поділяють на чотири класи (табл. 2.12).

Таблиця 2.12 - Класифікація лазерів за ступенем небезпечності лазерного випромінювання

| Клас лазера | Небезпека вихідного випромінювання лазера |
|-------------|---|
| I | Не є небезпечним для очей та шкіри |
| II | Представляє небезпеку при опроміненні очей прямим дзеркально-відбитим випромінюванням |
| III | Представляє небезпеку при опроміненні очей прямим, дзеркально-відбитим, а також дифузне віддзеркаленим випромінюванням на відстані 10 см від дифузне відбиваючої поверхні та при опроміненні шкіри прямим і дзеркально-відбитим випромінюванням |
| IV | Представляє небезпеку при опроміненні шкіри дифузне відбитим випромінюванням на відстані 10 см від дифузне відбиваючої поверхні |

Енергетична експозиція – це відношення енергії випромінювання, що падає на відповідну ділянку поверхні, до площі цієї ділянки. Одиницею

вимірювання енергетичної експозиції є Дж/см². Енергетична експозиція нормується окремо для рогівки, сітківки ока, шкіри. У різних діапазонах довжин хвиль ГДР лазерного випромінювання встановлюються в залежності від тривалості імпульсу, частоти повторення імпульсів, тривалості дії, кутового розміру променя тощо.

Засоби та заходи лазерної безпеки підрозділяються на колективні та індивідуальні.

Управління лазерами 4 класу повинно бути дистанційним, а двері приміщень із лазерними установками повинні мати блокувальні пристрої.

При використанні лазерів 2 та 3 класів необхідно запобігати попаданню випромінювання на робочі місця. Повинні бути огороження лазерне шкідливої зони, або екранування пучка випромінювання. Для екранів та огорожень потрібно вибирати вогнестійкі матеріали із найменшим коефіцієнтом відбиття. Ці матеріали не повинні виділяти токсичних речовин під дією лазерного випромінювання.

При експлуатації лазерів 2, 3, 4 класів треба здійснювати дозиметричний контроль не менше одного разу на рік, а також додатково в таких випадках: при надходженні в експлуатацію нових лазерів 2-4 класів, при зміні конструкції засобів захисту, при організації нових робочих місць. Для вимірювання лазерного випромінювання використовують дозиметри.

До засобів індивідуального захисту від лазерного випромінювання належать захисні окуляри із світлофільтрами, маски, щитки, халати, рукавички. Їх вибір здійснюють з урахуванням інтенсивності та довжини хвилі лазерного випромінювання.

Питання для самоконтролю

1. Для чого необхідна гігієнічна класифікація умов праці?
2. Назвіть параметри мікроклімату та їх вплив на організм людини.
3. Які прилади використовують для визначення параметрів мікроклімату?
4. Назвіть класифікацію шкідливих речовин за характером дії на організм людини.
5. Перелічить заходи та засоби попередження забруднення повітряного середовища на виробництві.
6. На які види підрозділяється вентиляція виробничих приміщень?
7. Охарактеризуйте природну вентиляцію.
8. Охарактеризуйте штучну (механічну) вентиляцію.
9. Яке призначення місцевої системи механічної вентиляції?
10. Охарактеризуйте природне освітлення.
11. Охарактеризуйте штучне освітлення.
12. Які джерела штучного освітлення використовують на виробництві?
13. Назвіть основні види вібрації.

14. Які заходи та засоби використовують для захисту від вібрації?
15. Перелічить класифікацію шумів за походженням, за характером спектра та часовими характеристиками.
16. Які заходи та засоби використовують для захисту від шуму?
17. Як впливає ультразвук на організм людини?
18. Як впливає інфразвук на організм людини?
19. Назвіть види, властивості іонізуючого випромінювання.
20. Назвіть методи та засоби захисту від іонізуючого випромінювання.
21. Як класифікуються електромагнітні випромінювання за частотним спектром?
22. Які заходи та засоби застосовують для захисту працюючих від електромагнітних випромінювань?
23. Назвіть класифікацію, джерела ультрафіолетових випромінювань, вплив на організм людини, заходи захисту від них.
24. Які небезпечні та шкідливі фактори супроводжують роботу лазерів?
25. Як класифікуються лазери за ступенями небезпечності лазерного випромінювання?
26. Які заходи та засоби безпеки застосовують для захисту від лазерного випромінювання?
27. Охарактеризуйте інфрачервоне випромінювання.

РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

3.1 Дія електричного струму на організм людини

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Проходячи через організм людини електричний струм справляє на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію.

Термічна дія струму проявляється опіками окремих ділянок тіла, нагріванням кровеносних судин, серця, мозку та інших органів, через які проходить струм, що призводить до виникнення в них функціональних розладів.

Електролітична дія струму характеризується розкладом крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві порушення їх фізико-хімічного складу.

Механічна (динамічна) дія струму виражається в розшаруванні, розриві та інших подібних пошкодженнях різних тканин організму, в тому числі м'язової тканини, стінок кровеносних судин, судин легеневої тканини та ін., В результаті електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від перегрітої струмом тканинної рідини і крові.

Біологічна дія струму на живу тканину проявляється небезпечним збудженням клітин та тканин організму, що супроводжується мимовільним судомним (судорожним) скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу.

Подразнення тканин організму внаслідок дії електричного струму може бути **прямим**, коли струм проходить безпосередньо через ці тканини, та **рефлекторним** (через центральну нервову систему), коли тканини не знаходяться на шляху проходження струму.

3.2 Види електричних травм

Електротравма – це травма, яка спричинена дією електричного струму чи електричної дуги.

За наслідками електротравми умовно підрозділяють на два види: **місцеві** електротравми, коли виникає місцеве ушкодження організму, та **загальні** електротравми (електричні удари), коли вражається весь організм внаслідок порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем.

Приблизний розподіл електротравм за їх видами має такий вигляд: місцеві електротравми – 20%; електричні удари – 25%; змішані травми (сукупність місцевих електротравм та електричних ударів) – 55%.

Характерними місцевими електричними травмами є електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні ушкодження та електроофтальмія.

Електричний опік – найбільш поширена місцева електротравма (близько 60%), яка, в основному, спостерігається у працівників, що обслуговують діючі електроустановки.

Електричні опіки залежно від умов їх виникнення бувають двох видів: **струмові (контактні)**, коли внаслідок проходження струму електрична енергія перетворюється в теплову, та **дугові**, які виникають внаслідок дії на тіло людини електричної дуги.

Струмовий (контактний) опік виникає в електроустановках відносно невеликої напруги - не вище 2 кВ. При більш високих напругах, як правило, утворюється електрична дуга або іскра, які й зумовлюють виникнення опіку іншого виду - дугового.

Контактний опік ділянки тіла є наслідком перетворення енергії електричного струму, що проходить через нього, в теплову. Тому такий опік тим небезпечніше, чим більше струм, час його проходження і електричний опір ділянки тіла, що піддалася впливу струму. Оскільки при таких опіках напруга, прикладена до тіла людини, порівняно невелика, струм, що проходить через людину, також невеликий: частки ампера або в гіршому випадку кілька ампер. Однак в місці контакту тіла зі струмоведучою частиною щільність струму може досягати великих значень, так як площа зіткнення тіла зі струмоведучою частиною зазвичай невелика. Тут же струм зустрічає і найбільший опір, а саме опір шкіри, який у багато разів більше опору внутрішніх тканин. Тому максимальна кількість теплоти виділяється в місці контакту провідника зі шкірою, а точніше, в тій ділянці шкіри, яка знаходиться в контакті зі струмоведучою частиною.

Цим і пояснюється, що струмовий опік є, як правило, опіком шкіри. Лише в рідкісних випадках, коли через тіло людини проходить великий струм, при контактному опіку можуть бути уражені і підшкірні тканини. Крім того, важкі пошкодження внутрішніх тканин можуть виникнути при контактних опіках, викликаних струмами високої частоти. При цьому шкіра може мати незначні пошкодження.

Струмові опіки утворюються приблизно у 38% постраждалих від електричного струму, в більшості випадків вони є опіками I і II ступенів; при напрузі вище 380 В виникають і більш важкі опіки - III і IV ступенів.

Дуговий опік спостерігається в електроустановках різних напруг. При цьому в установках до 6 кВ опіки є наслідком випадкових коротких замкнень, наприклад при роботах під напругою на щитах і збірках до 1000 В, вимірах переносними приладами (електровимірювальними кліщами) в установках вище 1000 В (до 6 кВ) тощо.

В установках більш високих напруг дуга виникає при випадковому наближенні людини до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, на відстань, при якому відбувається пробій повітряного проміжку між ними. Наприклад: при пошкодженні ізолюючих захисних засобів (штанг, покажчиків напруги і т. п.), якими людина торкається струмоведучих частин, що знаходяться під напругою; при помилкових операціях з комутаційними апаратами (наприклад, при відключенні роз'єднувача під навантаженням за допомогою штанги), коли дуга нерідко перекидається на людину, і т. п. У всіх цих випадках виникає потужна дуга, що викликає великі опіки на тілі людини і обумовлює проходження через нього великих струмів - у кілька ампер і навіть десятки ампер. Зрозуміло, що в цих випадках ураження носять важкий характер і закінчуються, як правило, смертю потерпілого, причому тяжкість ураження зростає зазвичай із збільшенням напруги електроустановки.

Електрична дуга може викликати великі опіки тіла, вигорання тканин на велику глибину, обуглювання і навіть безслідне згорання великих ділянок тіла або кінцівок.

Із загального числа врахованих нещасних випадків від впливу електричного струму дугові опіки складають приблизно 25%.

Електричні знаки являють собою плями сірого чи блідо-жовтого кольору у вигляді мозоля на поверхні шкіри в місці її контакту із струмопровідними частинами.

Зазвичай знаки мають круглу або овальну форму і розміри 1-5 мм з поглибленням в центрі. Зустрічаються знаки і у вигляді подряпин, невеликих ран, бородавок, крововиливів в шкіру, мозолів і мілкоточечного татування. Іноді форма знака відповідає формі ділянки струмоведучих частини, якої торкнувся потерпілий, а при впливі грозового розряду - нагадує фігуру блискавки.

Уражена ділянка шкіри твердне подібно мозолі. Відбувається як би омертвіння верхнього шару шкіри. Поверхня знака суха, не запалена.

Зазвичай електричні знаки безболісні і лікування їх закінчується благополучно: з плином часу верхній шар шкіри сходить і уражене місце набуває первинний колір, еластичність і чутливість. Ці знаки з'являються приблизно у 11% постраждалих від струму.

Металізація шкіри – це проникнення у верхні шари шкіри найдрібніших часточок металу, що розплавляється внаслідок дії електричної дуги. Такого ушкодження зазнають відкриті частини тіла - руки та лице.

Таке явище зустрічається при коротких замкненнях, відключеннях роз'єднувачів і рубильників під навантаженням тощо. При цьому найдрібніші бризки розплавленого металу під впливом виниклих динамічних сил та теплового потоку розлітаються в усі сторони з великою швидкістю. Кожна з цих частинок має високу температуру, але малий запас теплоти і, як правило, не здатна пропалити одяг, Тому уражаються зазвичай відкриті частини тіла - руки та обличчя. Уражена ділянка шкіри має шорстку поверхню. Потерпілий

відчуває на ураженій ділянці біль від опіків під дією теплоти занесеного в шкіру металу і відчуває напругу шкіри від присутності в ній чужорідного тіла.

Зазвичай з плином часу хвора шкіра сходить, уражена ділянка набуває нормального вигляду і еластичність, зникають і всі хворобливі відчуття, пов'язані з цією травмою. Лише при ураженні очей лікування може виявитися довгим і складним, а в деяких випадках і безрезультатним, тобто потерпілий може позбутися зору. Тому роботи, при яких можливе виникнення електричної дуги повинні виконуватися в захисних окулярах. Разом з тим одяг працюючого повинен бути застебнутий на всі гудзики, воріт закритий, рукава опущені і застебнуті у зап'ястків рук.

Металізація шкіри спостерігається у 10% постраждалих від струму. У більшості випадків одночасно з металізацією виникає дуговий опік, який майже завжди викликає більш важкі ураження, ніж металізація.

При постійному струмі металізація шкіри можлива і в результаті електролізу, який виникає при щільному і відносно тривалому контакті тіла зі струмоведучою частиною, що знаходиться під напругою. У цьому випадку частинки металу заносяться в шкіру електричним струмом, який одночасно розкладає органічну рідину в тканинах, утворюючи в ній основні і кислотні іони. Метал, з'єднуючись з кислотними іонами, утворює відповідні солі, які надають ураженій ділянці шкіри специфічне забарвлення. Так, зелений колір свідчить про те, що в шкіру занесена мідь, синьо-зелений - латунь, а сіро-жовтий - свинець. Цей вид металізації виліковується успішно.

Механічні ушкодження – це ушкодження, які виникають внаслідок судомних скорочень м'язів під дією електричного струму, що проходить через тіло людини. Механічні ушкодження проявляються у вигляді розривів шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, а також вивихів суглобів і навіть переломів кісток.

Механічні ушкодження відбуваються при роботі в основному в установках до 1000 В при відносно тривалому перебуванні людини під напругою. Це, як правило, серйозні травми, які потребують тривалого лікування. На щастя, механічні пошкодження виникають досить рідко - приблизно у 1,0% осіб, постраждалих від струму. Такі пошкодження завжди супроводжуються електричним ударом, оскільки їх викликає струм, що проходить через тіло людини. Деякі з них супроводжуються, крім того, контактними опіками тіла.

Електроофтальмія – запалення зовнішніх оболонок очей - роговиці і кон'юнктиви (слизової оболонки, що покриває очне яблуко), що виникає в результаті впливу потужного потоку ультрафіолетових променів, які енергійно поглинаються клітинами організму і викликають в них хімічні зміни. Таке опромінення можливе за наявності електричної дуги, яка є джерелом інтенсивного випромінювання не тільки видимого світла, але і ультрафіолетових і інфрачервоних променів. Електроофтальмія спостерігається приблизно у 3% постраждалих від струму.

У разі короткочасної дуги основним фактором, що впливає на очі, є ультрафіолетові промені, хоча і в цьому випадку не виключена небезпека

ураження очей інфрачервоними променями, а також потужним потоком світла і бризками розплавленого металу.

Електроофтальмія розвивається через 4 -8 годин після ультрафіолетового опромінення. При цьому мають місце почервоніння і запалення шкіри і слизових оболонок повік, сльозотеча, гнійні виділення з очей, спазми вік і часткова втрата зору. Потерпілий відчуває головний біль і різкий біль в очах, що підсилюється на світлі, тобто в нього виникає так звана світлобоязнь. У важких випадках порушується прозорість рогової оболонки, звужується зіниця.

Зазвичай хвороба триває кілька днів. У разі поразки рогової оболонки лікування виявляється більш складним і тривалим.

Попередження електроофтальмія при обслуговуванні електроустановок забезпечується застосуванням захисних окулярів зі звичайними стеклами, які майже не пропускають ультрафіолетових променів і одночасно захищають очі від інфрачервоного опромінення та бризок розплавленого металу при виникненні електричної дуги.

Найбільш небезпечним видом електротравм є електричний удар, який у більшості випадків (близько 80%, включаючи й змішані травми) призводить до смерті потерпілого.

Електричний удар – це збудження живих тканин організму електричним струмом, що супроводжується судомним скороченням м'язів.

Залежно від наслідків ураження електричні удари можна умовно підрозділити на чотири ступеня:

I – судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II – судомні скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженням дихання та роботи серця;

III – втрата свідомості та порушення серцевої діяльності чи дихання (або одного і другого разом);

IV – клінічна смерть.

Клінічна смерть – це перехідний період від життя до смерті, що настає з моменту зупинки серцевої діяльності та легенів і триває 6-8 хвилин, доки не загинули клітини головного мозку. Після цього настає біологічна смерть, внаслідок якої припиняються біологічні процеси у клітинах і тканинах організму і відбувається розпадання білкових структур.

Електричний удар, навіть якщо він не призводить до смерті, може викликати серйозні розлади в організмі, які проявляються відразу після впливу струму або через кілька годин, днів і навіть місяців.

Так, в результаті електричного удару, можуть виникнути або загостритися серцево-судинні захворювання - аритмія серця, стенокардія, підвищення або зниження артеріального тиску та ін., а також нервові хвороби - невроз, ендокринні порушення та ін. Нерідко у потерпілих з'являється розсіяність, слабшають пам'ять і увага. Якщо подібних яскраво виражених захворювань не настає, то і в цьому випадку вважається, що електричний удар різко послаблює опір організму до хвороб, в першу чергу до серцево-судинних і нервових, які можуть виникнути у людини згодом з інших причин.

3.3 Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом

Характер впливу електричного струму на організм людини, а відтак і наслідки ураження, залежать від цілої низки чинників, які умовно можна підрозділити на чинники **електричного характеру** – сила струму, напруга, опір тіла людини, вид та частота струму, та **неелектричного характеру** – тривалість дії струму, шлях проходження струму через тіло людини, індивідуальні особливості людини, умови навколишнього середовища тощо.

Сила струму, що проходить через тіло людини є основним чинником, який обумовлює наслідки ураження.

Розрізняють три основні порогові значення сили струму.

Пороговий відчутний струм - найменше значення електричного струму, що викликає при проходженні через організм людини відчутні подразнення;

При змінному струмі частотою 50 Гц порогове значення відчутного струму становить 0,5-1,5 мА (легке пощипування, свербіння шкіри).

При постійному струмі порогове значення відчутного струму дорівнює 5-7 мА, відбувається відчутне нагрівання шкіри людини, яка торкнулась струмоведучої частини.

Безпечні струми, які тривалий час можуть проходити через людину і не зашкодити їй, становлять 50-75 мкА (микроампер 10^{-6}) при змінному струмі частотою 50 Гц, і 100-125 мкА при постійному струмі.

Пороговий невідпускаючий струм – найменше значення електричного струму, яке викликає судомні скорочення м'язів руки, в котрій затиснутий провідник, що унеможливорює самостійне звільнення людини від дії струму.

При змінному струмі частотою 50 Гц порогове значення невідпускаючого струму становить 6-10 мА.

При постійному струмі порогове значення **невідпускаючого** струму дорівнює 50-80 мА.

Пороговий фібриляційний (смертельно небезпечний) струм – найменше значення електричного струму, що викликає при проходженні через тіло людини фібриляцію серця.

При змінному струмі частотою 50 Гц порогове значення фібриляційного струму становить 80-100 мА.

При постійному струмі порогове значення фібриляційного струму дорівнює 300 мА.

Струм (змінний та постійний) більше 5 А викликає миттєву зупинку серця, минаючи стан фібриляції.

Значення прикладеної напруги впливає на наслідки ураження, оскільки згідно закону Ома визначає силу струму, що проходить через тіло людини, та його опір. Чим вище значення напруги, тим більша небезпека ураження електричним струмом.

Умовно безпечною для життя людини прийнято вважати напругу, що не перевищує 42 В (в Україні така стандартна напруга становить 36 та 12 В), при якій не повинен статися пробій шкіри людини, що призводить до різкого зменшення загального опору її тіла.

Електричний опір тіла людини залежить від стану шкіри та центральної нервової системи.

Загальний електричний опір тіла людини можна представити як суму двох опорів шкіри та опору внутрішніх тканин тіла.

Найбільший опір проходженню струму чинить шкіра, особливо її зовнішній ороговілий шар (епідерміс), товщина якого становить близько 0,2мм. Опір внутрішніх тканин тіла незначний і становить 300-500 Ом.

Загальний опір тіла людини змінюється в широких межах – від 1 до 100 кОм.

Вид та частота струму, що проходить через тіло людини. Постійний струм приблизно в 4-5 разів безпечніший за змінний. Це пов'язано з тим, що постійний струм у порівнянні зі змінним промислової частоти такого ж значення викликає більш слабші скороченні м'язів та менш неприємні відчуття. Однак, це є справедливим лише для напруги до 500 В. При більш високих напругах постійний струм стає небезпечнішим ніж змінний.

Найбільш небезпечним вважається змінний струм частотою 20-100 Гц. При частоті меншій ніж 20 або більшій за 100 Гц небезпека ураження струмом помітно зменшується. Струм частотою понад 500 кГц не може смертельно уразити людину, однак дуже часто викликає опіки.

Тривалість дії струму на організм людини.

Чим більший час проходження струму, тим швидше виснажуються захисні сили організму, при цьому опір тіла людини різко знижується і важкість наслідків зростає.

Шлях проходження струму через тіло людини.

Небезпека ураження особливо велика тоді, коли на шляху струму знаходяться життєво важливі органи – серце, легені, головний мозок. Існує багато можливих шляхів проходження струму через тіло людини (петель струму) – рука-рука, права рука-ноги, ліва рука-ноги, нога-нога, голова-ноги, голова-руки.

Індивідуальні особливості людини.

Струм, ледь відчутний для одних людей може бути невідпускаючий для інших. Для жінок порогові значення струму приблизно в півтора рази є нижчими, ніж для мужчин.

Ступінь впливу струму істотно залежить від стану нервової системи та всього організму в цілому. Так, у стані нервового збудження, депресії, сп'яніння, захворювання люди значно чутливіші до дії на них струму. Важливе значення має уважність та психічна готовність людини до можливої небезпеки ураження струмом. Несподіваний електричний удар призводить до важчих наслідків, ніж при усвідомленні людиною існуючої небезпеки ураження.

Умови навколишнього середовища. У приміщеннях з високою температурою відносною вологістю повітря наслідки ураження можуть бути

важчими, оскільки значне потовиділення для підтримання теплобалансу між організмом та навколишнім середовищем, призводить до зменшення опору тіла людини.

3.4 Перша допомога при ураженні струмом

Перша допомога при ураженні електричним струмом складається з двох етапів: звільнення потерпілого від дії струму і надання йому долікарської медичної допомоги.

Оскільки результат поразки струмом залежить від тривалості проходження його через тіло людини, дуже важливо якомога швидше звільнити потерпілого від струму і відразу ж приступити до надання йому медичної допомоги. Ця вимога відноситься і до випадку смертельного ураження струмом, оскільки період клінічної смерті триває всього кілька хвилин. У всіх випадках ураження людини струмом необхідно, не перериваючи надання йому першої допомоги, викликати лікаря.

Звільнення людини від дії струму. При ураженнях електричним струмом нерідко виявляється, що потерпілий продовжує перебувати у контакті з струмоведучою частиною і не може самостійно порушити цей контакт, що різко посилює тяжкість ураження.

Таке положення може виникнути в ряді випадків:

- при мимовільному судорожному скороченні м'язів руки, яке потерпілий не в змозі подолати і тому не може розтиснути руку з проводом в ній;
- при паралічі кінцівок чи інших ділянок тіла, тобто при тривалій втраті всіх або частини рухових функцій внаслідок ураження нервової системи (а не внаслідок короточасного судомного скорочення м'язів), коли людина не здатна покинути небезпечне місце або виконати необхідні рухи; при тяжкій механічній травмі; при втраті свідомості і т. п.

Перша дія для звільнення потерпілого від струму - швидке відключення тієї частини електроустановки, якої він торкається.

Відключення електроустановки проводиться за допомогою найближчого рубильника, вимикача чи іншого відключаючого апарату, а також шляхом зняття або викручування запобіжників (пробок), роз'єму штепсельного з'єднання тощо.

При цьому треба мати на увазі, що якщо потерпілий знаходиться на висоті, то відключення напруги може викликати його падіння. У такому випадку вживають заходів, що попереджають падіння або забезпечують його безпеку.

Крім того, при відключенні установки може одночасно згаснути електричне світло, тому при відсутності денного освітлення необхідно мати наготові інше джерело світла - ліхтар, свічку, факел тощо, а за наявності аварійного освітлення - включити його.

При неможливості швидкого відключення установки (наприклад, через віддаленість або недоступності вимикача) необхідно вжити інших заходів звільнення потерпілого від дії струму. Так, в деяких випадках можна перервати ланцюг струму через потерпілого, перерубавши провід або викликавши автоматичне відключення електроустановки, відокремити потерпілого від струмопровідних частин, яких він торкається, і т.п. Заходи ці різні. Вони залежать від напруги електроустановки, навколишніх умов, наявності відповідних для цієї мети пристосувань і предметів і, нарешті, від уміння і винахідливості того, хто надає допомогу.

У всіх випадках той, хто надає допомогу повинен швидко звільнити потерпілого від струму і стежити за тим, щоб самому не опинитися в контакті зі струмоведучою частиною або тілом потерпілого, а також під напругою кроку.

При нарузі до 1000 В у деяких випадках можна перерубати дроти сокирою з сухим дерев'яним держакком або перекусити їх інструментом з ізольованими рукоятками - кусачками, пасатижами тощо. Припустимо використовувати і звичайний інструмент з металевими ручками, в тому числі звичайний ніж; при цьому той, хто надає допомогу повинен одягнути діелектричні рукавички і калоші.

Перерубувати (перерізати) слід кожен провід окремо, щоб не викликати коротке замкнення між ними, в результаті якого може виникнути електрична дуга, здатна заподіяти тому, хто надає допомогу серйозні опіки тіла і привести до пошкодження очей.

Можна відтягнути потерпілого від струмопровідних частин, взявшись за його одяг, якщо він сухий і відстає від тіла, наприклад за поли піджака, пальто. При цьому не можна торкатися тіла потерпілого, його взуття (яке може виявитися струмопровідним внаслідок забруднення, вологості, наявності цвяхів тощо), сирого одягу, а також навколишніх заземлених металевих предметів. Рекомендується діяти однією рукою, тримаючи другу в кишені або за спиною.

При необхідності доторкнутися до ділянок тіла потерпілого, не вкритих сухим одягом, треба надіти на руки діелектричні рукавички або обмотати їх сухою тканиною (наприклад шарфом), натягнути на руки рукави піджака або пальто і т. п. Для ізоляції своїх рук можна також накинути на потерпілого піджак, плащ, гумовий килимок або просто суху тканину. Для більшої надійності можна також ізолювати себе від землі або струмопровідної підлоги, надівши гумові калоші або ставши на суху або яку-небудь іншу, що не проводить електричний струм підстилку, згорток сухого одягу і т. п. Якщо потерпілий судорожно стискає рукою провід, що є під напругою, то для звільнення його від дії струму можна розтиснути його руку, відгинаючи кожен палець окремо. Для цього той, хто надає допомогу повинен мати на руках діелектричні рукавички і стояти на ізолювальній основі - діелектричному килимку, сухій дошці тощо, або бути в калошах. Можна відкинути провід, якого торкається потерпілий, користуючись сухими дерев'яною палицею, дошкою та іншими, що не проводять електричний струм, предметами.

В установках вище 1000 В для відділення потерпілого від струмоведучих частин необхідно одягнути діелектричні рукавички і боти і діяти штангою або ізолюючими кліщами, розрахованими на напругу даної електроустановки. Застосування діелектричних бот в даному випадку необхідно для захисту від можливої крокової напруги.

Автоматичне відключення електроустановки для звільнення потерпілого, що знаходиться в контакті зі струмоведучою частиною, від дії струму, може бути викликане навмисним замиканням накоротко і заземленням фаз електроустановки. Цей спосіб більш ефективний в електроустановках понад 1000 В, оскільки такі установки завжди оснащуються надійним і швидкодіючим релейного захистом.

Однак сама операція замикання накоротко і заземлення струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, дуже небезпечна, тому даний спосіб звільнення потерпілого від струму застосовується у виняткових випадках, коли ніякі інші способи не можуть бути використані. Таким винятковим випадком є ураження струмом на повітряній лінії електропередачі, коли потерпілий торкається проводів лінії і цю лінію неможливо швидко відключити з пункту живлення через його віддаленості.

Замикання і заземлення проводів повітряної лінії можна здійснити шляхом накидання на них заземленого одним кінцем неізольованого провідника. В якості цього провідника найбільш підходящим є мідний неізольований гнучкий провід відповідної довжини. Можна використовувати для цієї мети і звичайний неізольований дріт.

3.5 Класифікація приміщень за ступенем безпеки ураження електричним струмом

Згідно Правил будови електроустановок (ПБЕ) виділяють такі виробничі приміщення:

- **сухі** - приміщення, у яких відносна вологість повітря не перевищує 60%;
- **вологі** - приміщення, у яких відносна вологість повітря більше 60%, але не перевищує 75%; у цих приміщеннях можливо короточасне виділення парів та вологи у невеликої кількості;
- **сирі** - приміщення, у яких відносна вологість повітря тривалий час перевищує 75%;
- **особливо сирі** - приміщення, у яких відносна вологість повітря близька до 100%, стіни, підлога, стеля і речі, що знаходяться у приміщенні, покриті вологою;
- **жаркі** - приміщення, у яких температура повітря тривалий час перевищує 30°C;
- **пилні** - приміщення, у яких виділяється технологічний пил у кількості, достатньої для того, щоб він проникав під кожури електрообладнання і осідав

на проводах; пильні приміщення підрозділяють на приміщення із струмопровідним пилом та приміщення із неструмопровідним пилом;

- з **хімічно активним або органічним середовищем** - приміщення, в яких є наявність агресивних парів, газів, рідин, або утворюються відкладення чи цвіль, які руйнують ізоляцію та струмоведучі частини електрообладнання.

За ступенем небезпечності ураження електричним струмом приміщення розділяються на приміщення без підвищеної небезпеки, з підвищеною небезпекою, особливо небезпечні.

Приміщення з підвищеною небезпекою характеризуються наявністю в них однієї з наступних умов, що створюють підвищену небезпеку:

- високої відносної вологості повітря, що перевищує 75% протягом тривалого часу;

- високої температури, що перевищує 35 °С протягом тривалого часу;

- струмопровідного пилу (металевий, вугільний, графітовий);

- струмопровідної підлоги (металевої, земляної, залізобетонної, цегляної і т. п.);

- можливість одночасного дотику людини до струмопровідних конструкцій, які мають з'єднання із землею, з одного боку, і до металевих корпусів електрообладнання або струмоведучих частин, з іншого боку.

Особливо небезпечні приміщення характеризуються наявністю однієї із умов, що створюють особливу небезпеку:

- дуже високої відносної вологості повітря (близько 100%),

- хімічно активного середовища;

- або одночасною наявністю двох чи більше умов, що створюють підвищену небезпеку.

Приміщення без підвищеної небезпеки характеризуються відсутністю умов, що створюють особливу або підвищену небезпеку.

3.6 Допустимі значення струмів і напруг

Для правильного визначення необхідних засобів та заходів захисту людей від ураження електричним струмом необхідно знати допустимі значення напруг доторкання та струмів, що проходять через тіло людини.

Напруга доторкання – це напруга між двома точками електричного кола, до яких одночасно доторкається людина.

Граничнодопустимі значення напруги доторкання та сили струму для нормального (безаварійного) та аварійного режимів електроустановок при проходженні струму через тіло людини по шляху «рука-рука» чи «рука-ноги» регламентуються ГОСТ 12.1.038-82 (табл. 3.1 та 3.2).

При виконанні роботи в умовах високої температури (більше 25°C) і відносної вологості повітря (більше 75%) значення таблиці 3.1 необхідно зменшити у три рази.

Таблиця 3.1 – Граничнодопустимі значення напруги доторкання $U_{\text{дот}}$ та сили струму $I_{\text{л}}$, що проходить через тіло людини при нормальному режимі електроустановки

| Вид струму | $U_{\text{дот}}$, В (не більше) | $I_{\text{л}}$, мА (не більше) |
|-----------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Змінний, 50 Гц | 2 | 0,3 |
| Змінний, 400 Гц | 3 | 0,4 |
| Постійний | 8 | 1,0 |

Таблиця 3.2 – Граничнодопустимі значення напруги доторкання $U_{\text{дот}}$ та сили струму $I_{\text{л}}$, що проходить через тіло людини при аварійному режимі електроустановки

| Вид струму | Нормоване значення | Тривалість дії струму t, с | | | | | |
|----------------|---------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|------------|
| | | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | Більше 1,0 |
| Змінний, 50 Гц | $U_{\text{дот}}$ В (не більше) | 500 | 250 | 100 | 70 | 50 | 36 |
| | $I_{\text{л}}$, мА (не більше) | 500 | 250 | 100 | 70 | 50 | 6 |
| Постійний | $U_{\text{дот}}$ В (не більше) | 500 | 400 | 250 | 230 | 200 | 40 |
| | $I_{\text{л}}$, мА (не більше) | 500 | 400 | 250 | 230 | 200 | 15 |

Аварійний режим електроустановки означає, що вона має певні пошкодження, які можуть призвести до виникнення небезпечних ситуацій. Як видно із табл. 3.2 значення $U_{\text{дот}}$ та $I_{\text{л}}$ істотно залежать від тривалості дії струму.

Граничнодопустимі значення сили струму (змінного та постійного), що проходить через тіло людини при тривалості дії більше ніж 1 с нижчі за пороговий невідпускаючий струм, тому при таких значеннях людина доторкнувшись до струмопровідних частин установки здатна самостійно звільнитися від дії електричного струму.

3.7 Умови ураження людини струмом при доторканні до струмопровідних частин

Величина сили струму, що проходить через тіло людини при її одночасному доторканні до двох точок, між якими існує напруга, тобто при створенні нею замкнутого електричного кола, залежить від:

- схеми під'єднання людини до електричного кола;
- напруги мережі;
- схеми мережі;
- режиму роботи нейтралі мережі;
- якості ізоляції струмопровідних частин від землі тощо.

Електричні мережі є постійного та змінного струмів (змінного – однофазні та багатофазні, найбільш поширені – трифазні). За режимом роботи нейтралі трансформатора або генератора трифазні мережі можуть бути:

- з ізольованою нейтраллю (трьохпровідні);
- з глухозаземленою нейтраллю (чотирьохпровідні).

Ізольована нейтраль – це нейтраль трансформатора або генератора, яка не приєднана до заземлювального пристрою або приєднана через апарати з великим опором (трансформатори напруги, компенсаційні котушки тощо).

Глухозаземлена нейтраль – нейтраль генератора чи трансформатора, яка приєднана до заземлювального пристрою безпосередньо або через апарати з малим опором (трансформатори струму).

Схеми під'єднання людини до електричного кола можуть бути різними. Найбільш характерні:

- 1) двофазна (двополюсна) – між двома проводами (фазами);
- 2) однофазна (однополюсна) – між одним проводом (фазою) та землею (за умови, що між мережею та землею є електричний зв'язок).

Двофазне (двополюсне) доторкання. При двофазному доторканні до струмопровідних частин (рис. 3.1) сила струму $I_{л}$, що проходить через тіло людини визначається за формулами:

- для мережі постійного або однофазного змінного струму

$$I_{л} = \frac{U_{роб}}{R_{л}}, \quad (3.1)$$

- для трифазної мережі

$$I_{л} = \frac{U_{лін}}{R_{л}} = \sqrt{3} \frac{U_{ф}}{R_{л}}, \quad (3.2)$$

де $R_{л}$ – опір тіла людини;

$U_{роб}$ – робоча напруга мережі;

$U_{лін}$ – лінійна напруга мережі, тобто напруга між фазними проводами;

$U_{ф}$ – фазна напруга мережі, тобто напругаміж фазним та нульовим проводами.

Двофазне доторкання є більш небезпечним (зустрічається рідко), оскільки $I_{л}$ залежить лише від напруги мережі та опору тіла людини і через тіло людини може пройти струм, який значно перевищує значення порогового фібриляційного струму.

Однофазне доторкання до проводу трифазної чотирьохпровідної мережі з глухозаземленою нейтраллю (рис. 3.2).

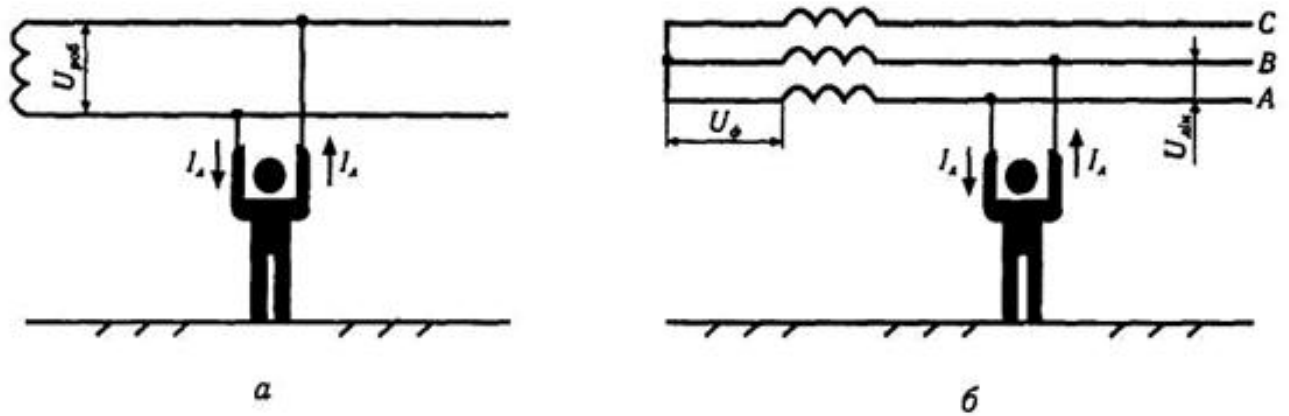


Рис. 3.1 – Схема двофазного доторкання: *a* – у мережі постійного або однофазного змінного струму; *б* – у трифазній мережі.

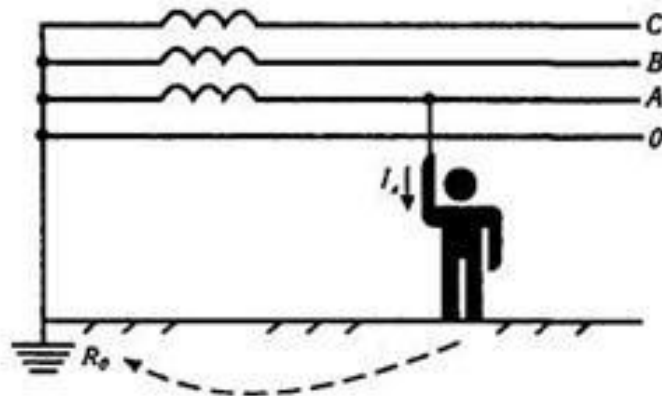


Рис. 3.2 – Схема однофазного доторкання до проводу трифазної чотирьохпровідної мережі з глухозаземленою нейтраллю

При однофазному доторканні через тіло людини проходить менший струм порівняно з попереднім випадком, оскільки напруга не перевищує фазної, що у $\sqrt{3}$ разів є меншою, ніж лінійна напруга мережі. Окрім того, загальний опір електричного кола може складатися не лише з опору тіла людини $R_{л}$, та опору заземлення нейтралі R_0 , а й з опору підлоги (основи) $R_{п}$, на якій стоїть людина та опору взуття $R_{в}$. В загальному випадку $I_{л}$ визначається за формулою

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{л} + R_0 + R_{п} + R_{в}} \quad (3.3)$$

При **однофазному доторканні у трифазній мережі з ізолюваною нейтраллю** (рис. 3.3) струм, що пройде через тіло людини, буде меншим, ніж при аналогічному доторканні у мережі з глухозаземленою нейтраллю через те, що до загального опору електричного кола додається опір ізоляції (r_a, r_b, r_c) та ємнісний опір (c_a, c_b, c_c) фаз.

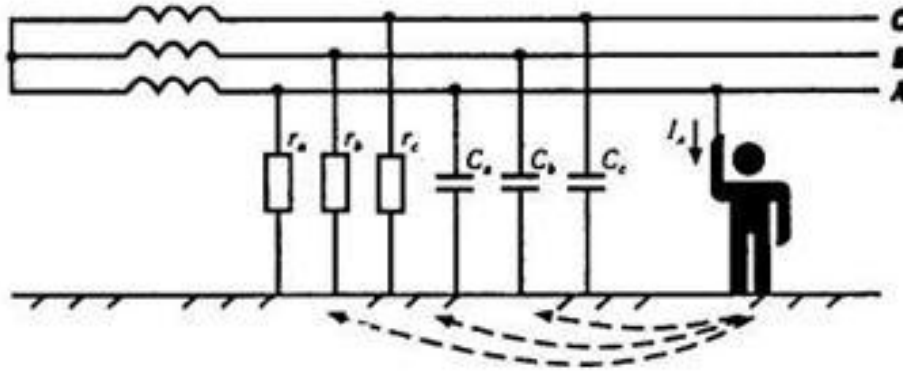


Рис. 3.3 – Схема однофазного доторкання до проводу трифазної мережі з ізолюваною нейтраллю

У такій мережі напругою до 1000 В, коли значення опору ізоляції всіх трьох фаз рівні ($r_a = r_b = r_c = r$), а ємнісним опором можна знехтувати ($c_a = c_b = c_c = 0$), струм, що проходить через людину, дорівнює:

$$I_n = \frac{3U_\phi}{3((R_n + R_o + R_n + R_e) + r)}. \quad (3.4)$$

При аварійних режимах електромережі (замиканні на корпус або на землю) (рис. 3.4), струм, який пройде через тіло людини у випадку її доторкання до справної фази можна виразити такою залежністю:

$$I_n = \frac{U'_{\text{лін}}}{R_n + R_k}, \quad (3.5)$$

де $U_\phi < U'_{\text{лін}} < U_{\text{лін}}$.

Як правило, опір короткого замикання R_k досить малий і ним можна знехтувати. Тоді

$$I_n = \frac{U'_{\text{лін}}}{R_n}. \quad (3.6)$$

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

- найбільш небезпечним є двофазне доторкання;
- найменш небезпечним є однофазне доторкання до проводу мережі з ізолюваною нейтраллю;
- при однофазному доторканні у мережі з глухозаземленою нейтраллю наслідки ураження істотно залежать від опору підлоги, на якій стоїть людина та опору її взуття.

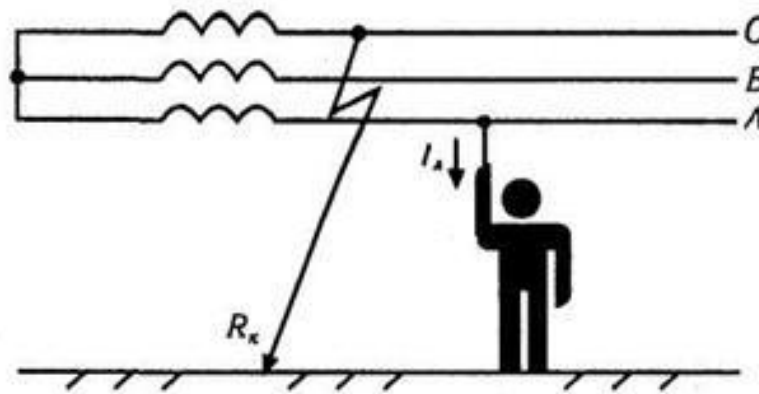


Рис. 3.4 – Схема однофазного доторкання до справної фази несправної електромережі

3.8 Захист від дотику до частин обладнання, що проводить струм

До основних способів захисту від ураження електричним струмом при дотику людини до частин обладнання, що проводять струм, відносять:

- ізоляцію,
- використання малих напруг,
- електричне розділення мереж,
- огорожувальні пристрої,
- попереджувальну сигналізацію,
- блокування,
- засоби захисту,
- запобіжні пристосування.

Електроізоляція – це шар діелектрика або конструкція, виконана з діелектрика, яким покрита поверхня, що проводить струм, або відділені одна від одної частини, що частково проводять струм. Ізоляція перешкоджає проходженню через неї струму завдяки великому опору.

Стан ізоляції характеризується рівнем електроміцності, діелектричними втратами і електричним опором.

Один із найкращих захисних заходів – подвійна ізоляція. Вона служить для захисту від ураження струмом у випадку пошкодження робочої ізоляції (електричні установки невеликої потужності, електроінструмент).

Використання малих напруг. При роботі з переносними електроінструментами при пошкодженні ізоляції і появі напруги на корпусі різко зростає небезпека ураження електричним струмом. У цих випадках використовують малі напруги, тобто напруги не більше 42 В. При напрузі до 42 В струм, який проходить через тіло людини, є безпечним. При роботах в особливо небезпечних приміщеннях використовують переносні електричні світильники напругою не вище 12 В.

Джерелами малої напруги можуть бути понижаючі трансформатори, акумулятори, випрямляючі установки, батареї гальванічних елементів, перетворювачі частот.

Можливість забезпечити недоступність до частин обладнання, що проводять струм, дають такі способи:

- розміщення обладнання на недоступній висоті.

В електричних установках до 1000 В усі лінії електропередач розташовані на відстані не менше 6,5 м від землі. Чим більша напруга - тим більшою має бути відстань;

- огороження струмоведучих частин обладнання.

Використовують суцільні та сітчасті огороження.

Суцільні огороження у вигляді кожухів і кришок використовують для електроустановок напругою до 1000 В тільки коли є неізолювані дроти. Для електроустановок з напругою більше 1000 В використовують **сітчасті огороження**, які мають двері і зачиняються на замок.

Електричне блокування - це автоматичний пристрій, за допомогою якого запобігаються неправильні, небезпечні для людини дії. Як правило, блокуючий пристрій допускає тільки певний порядок включення (вимкнення) механізму, усуваючи таким чином можливість потрапляння людини в зону, де можливий дотик до частин обладнання, що проводить струм.

Блокування використовується в електроустановках, у яких часто здійснюються роботи на огорожених частинах, що проводять струм (стенди для випробовувань, установки для випробовувань ізоляції підвищеної напруги). Блокування також використовується в електричних апаратах, рубильниках, пускачах, автоматичних вимикачах, де необхідне дотримання підвищених вимог безпеки в електрообладнанні, яке може бути доступним для неспеціаліста.

Блокування за принципом дії поділяють на:

- **електричне блокування** - здійснює розрив кола спеціальними контактами, які встановлені на дверях огорожень, кришок і дверних кожухів;

- **механічне блокування** - використовується в електричних апаратах (рубильниках, пускачах, автоматичних вимикачах та ін.) і здійснюється за допомогою замків, що самі зачиняються, стопорів, заціпок та інших пристосувань, які зупиняють поворотну частину механізму у відключеному положенні.

Електричне розділення мережі.

Область використання - електроустановки до 1000 В (пересувні електроустановки, ручний інструмент), експлуатація яких пов'язана з підвищеними вимогами щодо забезпечення електробезпеки.

Розгалужена (разветвленная) мережа великої довжини має значну ємність і невеликий активний опір ізоляції відносно землі. Струм замикання на землю може бути значним. Якщо єдину сильно розгалужену мережу з великою ємністю і невеликим опором ізоляції розділити на ряд невеликих мереж такої ж

напруги, які матимуть незначну ємність і високий опір ізоляції, то небезпека ураження різко знизиться.

Попереджувальні засоби.

Попереджувальна сигналізація (звукова, світлова) - це стаціонарні пристрої, які сигналізують про вимикання апаратів або про наявність чи відсутність напруги на даній ділянці мережі.

Також використовуються для попередження про небезпеку наближення до частин обладнання, які знаходяться під напругою, попереджувальні, забороняючі та наказові плакати.

Електрозахисні засоби – засоби захисту, які використовуються в електроустановках, можуть бути умовно поділені на чотири групи: ізолюючі, огорожуючі, екрануючі і запобігаючі.

Ізолюючі електрозахисні засоби ізолюють людину від частин обладнання, що проводять струм, або заземлених частин, а також від землі. Вони поділяються на основні і додаткові.

Основні ізолюючі електрозахисні засоби мають ізоляцію, яка здатна тривалий час витримувати робочу напругу електроустановки, і тому ними дозволяють торкатися до частин обладнання, що проводять струм і знаходяться під напругою.

До таких засобів в електроустановках до **1000 В** належать діелектричні рукавиці, інструменти з ізольованими ручками, показники напруги, ізолюючі та електровимірювальні кліщі; в електроустановках **вище 1000 В** - ізолюючі штанги, ізолюючі та електровимірювальні кліщі, покажчики напруги, а також засоби для ремонтних робіт.

Додаткові ізолюючі електрозахисні засоби не мають ізоляції, яка здатна витримати робочу напругу електроустановки, і тому не можуть служити захистом людини від ураження електричним струмом при цій напрузі. Їх призначення – посилити захисну дію основних ізолюючих засобів. До додаткових ізолюючих електрозахисних засобів належать: в електроустановках до **1000 В** - діелектричні калоші й килимки, ізолюючі підставки; в електроустановках **вище 1000 В** - діелектричні рукавиці, боти, килимки, ізолюючі підставки.

Огороджувальні електрозахисні засоби призначені для тимчасового огороження частин обладнання, що проводять струм, до яких можливий випадковий дотик або наближення на небезпечну відстань. До них належить тимчасове огороження - щити, ізолюючі накладки, тимчасове переносне заземлення.

Екрануючі електрозахисні засоби служать для запобігання шкідливого впливу на працюючих електричних полів промислової частоти. До них належать індивідуальні екрануючі комплекти (костюми, взуття і рукавиці), переносні екрануючі пристрої (екрани, парасолі і намети).

Запобігаючі електрозахисні засоби захисту призначені для індивідуального захисту працюючого від шкідливої дії світлових, теплових і механічних, а також від продуктів горіння і падіння з висоти. До них належать захисні

окуляри і щитки, спеціальні рукавиці, захисні каски, протигази, запобіжні монтерські пояси, страхувальні канати, монтерські кігті.

3.9 Захист людини від ураження в аварійних режимах

До основних способів захисту при раптовій появі напруги на металевих частинах електроустановок, що не проводять струм, належать:

- захисне заземлення;
- занулення;
- захисне вимкнення;
- вирівнювання потенціалів.

Відповідно до ГОСТ 12.1.030-81 “ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление”, **захисне заземлення** – це навмисне електричне з’єднання із землею або з її еквівалентом металевих частин електроустановки, які можуть опинитися під напругою. Воно захищає від поразки електричним струмом при дотику до металевих корпусів устаткування, металевих конструкцій електроустановки, які внаслідок порушення електричної ізоляції виявляються під напругою.

Сутність захисту полягає в тому, що при замиканні струм проходить по обох паралельних гілках і розподіляється між ними обернено пропорційно до їх опорів (рис. 3.5).

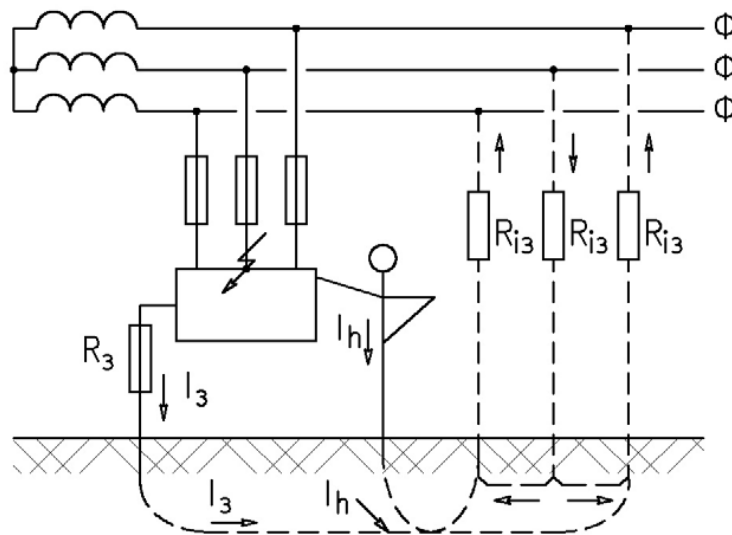


Рис. 3.5 – Схема захисного заземлення

Оскільки опір ланцюга людина – земля у багато разів більше опору ланцюга корпус – земля, сила струму, що проходить через людину, значно знижується.

Заземлення електроустановок слід виконувати:

- при напрузі змінного струму 380 В і вище, і постійного струму – 440 В і вище;

- при номінальній напрузі від 42 до 380 В змінного струму і від 110 до 440 В постійного струму при роботах з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках.

В електроустановках заземленню підлягають:

- корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників;

- приводи електричних апаратів;

- електроустаткування, розміщене на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів;

- каркаси розподільчих щитів, шаф, щитів управління, а також їх зйомні частини і частини, що відкриваються, якщо на них встановлено електрообладнання напругою більше 42 В змінного і більше 110 В постійного струму;

- металеві конструкції розподільчих пристроїв, металеві кабельні коробки й інші кабельні конструкції, металеві кабельні муфти, металеві гнучкі рукави і труби електропроводки, електричні світильники;

- металоконструкції виробничого обладнання, на якому є споживачі електроенергії;

- опори повітряних ліній електропередач тощо.

Заземленню не підлягають: арматура ізоляторів усіх типів; освітлювальна арматура, яка встановлена на дерев'яних опорах повітряних ліній; електроприймачі з подвійною ізоляцією; рейкові колії (крім кранових), що виходять на територію підприємства, електростанції, підстанції; з'ємні і такі, що відчиняються, частини, розміщені на заземлених каркасах, огороженнях, шафах тощо.

Заземлювальним пристроєм називається сукупність заземлювача провідника (електрода) або сукупність металоз'єднаних між собою провідників (електродів), які перебувають у зіткненні з землею, та заземлювальних провідників, які з'єднують з заземлювачем частини, що заземлюються.

Заземлювачі бувають штучні та природні.

Заземлювач штучний – заземлювач, що спеціально виконується для заземлення. Для штучних заземлювачів слід застосовувати сталь, при цьому вони не повинні бути пофарбовані.

Не слід розміщувати заземлювачі в місцях, де земля підсушується під дією тепла трубопроводів тощо.

Заземлювач природний – електропровідні частини комунікацій, будівель та споруд виробничого призначення, що перебувають у зіткненні з землею і використовуються для заземлення. У якості природних заземлювачів можуть використовуватися:

– прокладені в землі водопровідні та інші металеві трубопроводи (за винятком трубопроводів горючих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів);

– обсадні труби свердловин;

- металеві шпунти гідротехнічних споруд;
- металеві конструкції та арматура залізобетонних конструкцій будівель та споруд, які мають з'єднання із землею;
- свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі;
- заземлювачі опор повітряних ліній електропередач, які з'єднані з заземлювальним пристроєм електроустановки за допомогою блискавкозахисного троса, якщо трос не ізолюваний від опори;
- нульові проводи повітряних ліній електропередач до 1 кВ із повторними заземлювачами в кількості повітряних ліній не більше двох.

Залежно від місця розміщення заземлювачів відносно устаткування, що заземляється, розрізняють виносне і контурне заземлення.

Виносні заземлювачі розташовують на деякій відстані від устаткування (рис.3.6).

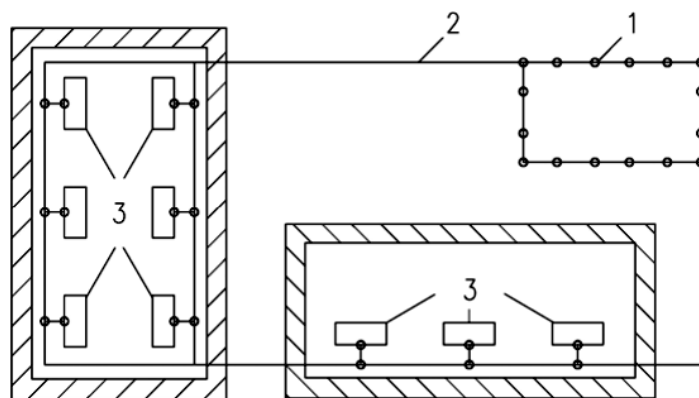


Рис. 3.6 – Виносне заземлення: 1 – заземлювач; 2 – заземлювальні провідники; 3 – устаткування.

При цьому заземлені корпуси електроустановок знаходяться на землі з нульовим потенціалом, а людина, яка торкається корпусу, виявляється під повною напругою заземлювача.

Контурні заземлювачі розташовують по контуру довкола устаткування в безпосередній близькості, тому устаткування знаходиться в зоні розтікання струму (рис. 3.7).

У цьому випадку при замиканні на корпус ґрунту на території електроустановки набуває значення, близькі до потенціалу заземлювача і заземленого електроустаткування, і напруга дотику знижується.

Величина опору заземлюючого пристрою в установках напругою до 1000 В не повинна перевищувати:

- 10 Ом за сумарної потужності генераторів (трансформаторів) 100 кВА і менше;
- 4 Ом за сумарної потужності генераторів (трансформаторів) більше 100 кВА.

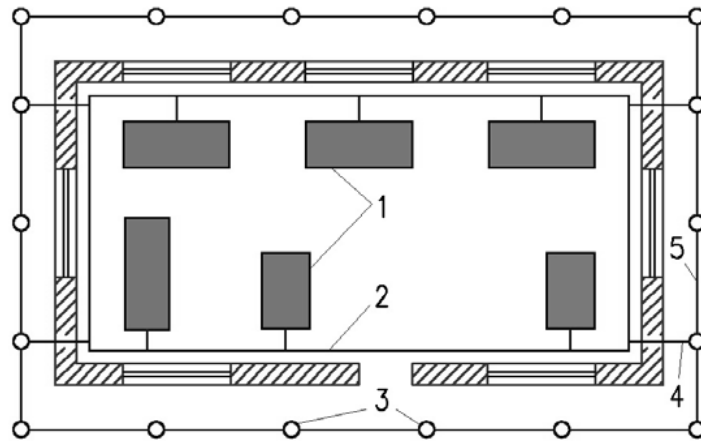


Рис. 3.7 – Контурне заземлення: 1 – електроустаткування; 2 – внутрішній контур; 3 – заземлюючі труби; 4 – з'єднання внутрішнього контуру з зовнішнім; 5 – сполучна смуга зовнішнього контуру.

Опір заземлюючого пристрою електроустановок, що живляться від мережі напругою більше 1000 В, повинен бути:

- не більше 0,5 Ом в мережах з ефективно заземленою нейтраллю;
- в мережах, ізольованих від землі, не більше визначеного з виразу $125/I_{з.з}$ і приймається розрахунковим, але не більше 10 Ом.

Занулення – це навмисне електричне з'єднання із нульовим захисним проводом металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитись під напругою внаслідок замикання на корпус або за інших причин.

Занулення призначено для усунення небезпеки ураження електричним струмом у разі дотику до корпусу та інших неструмоведучих металевих частин електроустановки, яка опинилася під напругою внаслідок замикання на землю. Вирішується ця задача швидким вимиканням від мережі пошкодженої електроустановки. З моменту виникнення замикання на корпус і до відключення електроустановки від мережі занулення виконує функцію захисного заземлення, тобто знижує напругу дотику до безпечних значень.

Принцип дії занулення – перетворення замикання на корпус в однофазне коротке замикання (тобто замикання між фазним та нульовим проводами) з метою викликати струм, значно більший, ніж робочий, спроможній забезпечити спрацювання захисту і, тим самим, автоматично відключити ушкоджену електроустановку від мережі. Принципова схема занулення представлена на рис. 3.8.

Розрізняють нульовий захисний та нульовий робочий провідники.

Нульовий захисний провідник – провідник, який з'єднує занулені частини з глухозаземленою нейтральною точкою обмотки джерела струму. Нульовий захисний провідник призначений для створення кола із малим опором для струму короткого замикання, достатнього для спрацювання захисту та швидкого відключення пошкодженої установки від мережі живлення.

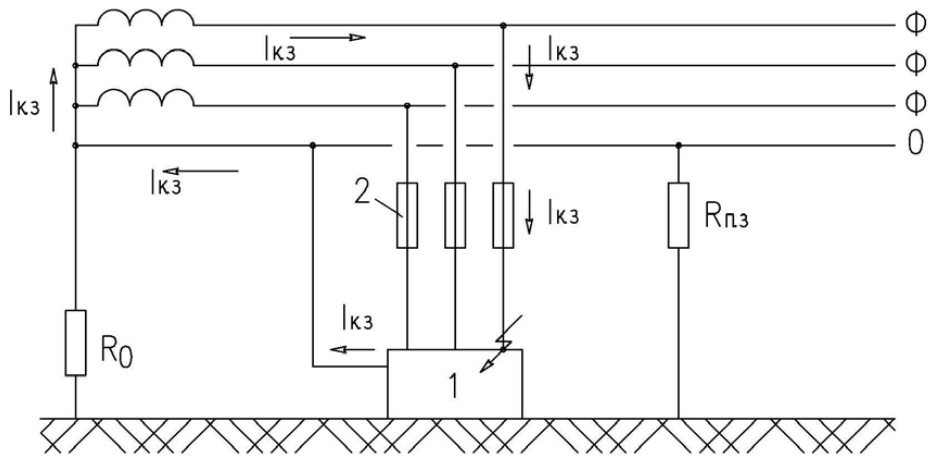


Рис. 3.8 – Принципова схема занулення: 1 – корпус; 2 – апарати захисту від струмів короткого замикання (запобіжники, автомати тощо); R_0 – опір нейтралі джерела струму; $R_{пз}$ – опір повторного заземлення нульового захисного проводу; $I_{кз}$ – струм короткого замикання.

Нульовий робочий провідник – провідник, який служить для живлення струмом електроприймачів та з'єднаний із глухо заземленою нейтральною точкою джерела струму. Нульовий робочий провід повинен мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції фази проводів. Переріз повинен бути розрахований на довгочасне протікання робочого струму.

Як заземлені і нульові захисні провідники можуть бути використані:

- спеціально передбачені для цього провідники;
- металеві конструкції будівлі;
- арматура залізобетонних будівельних конструкцій і фундаментів;
- металеві конструкції виробничого призначення (шахти ліфтів, каркаси розподільних пристроїв, підкранові шляхи);
- сталеві труби електропроводів;
- алюмінієві оболонки кабелів;
- металеві кожухи і опорні конструкції шино проводів, металеві короби і лотки електроустановок;
- металеві стаціонарні відкрито прокладені трубопроводи, окрім трубопроводів горючих і вибухонебезпечних речовин і сумішей, каналізації і центрального опалювання.

Використання металевих оболонок трубчастих дротів, тросів при тросовій електропроводці, металевих оболонок ізоляційних трубок, металевих рукавів, а також броні і свинцевих оболонок дротів і кабелів, як заземлюючі або нульові захисні провідники забороняється.

Приєднання заземлюючих і нульових захисних провідників до частин устаткування, які підлягають заземленню або зануленню, повинно бути виконано зваркою або болтовим з'єднанням.

Для болтового з'єднання мають бути передбачені заходи проти послаблення і корозії контактного з'єднання.

Зварка заземлюючої проводки виконується внахлестку з довжиною шва, рівній подвійній ширині при прямокутному перетині або шестикратному діаметру – при круглому перетині провідників.

Кожний елемент електроустановки, що підлягає заземленню або зануленню, має бути приєднаний до мережі заземлення або занулення за допомогою окремого відгалуження. Послідовне включення в заземлюючий або нульовий провідник частин електроустановки, які заземляють або занулюють, забороняється. Це викликано тим, що при вилученні якого-небудь елемента установки для ремонту або заміни станеться розрив ланцюга заземлення.

Повторне заземлення нульового захисного проводу призначене для зменшення небезпеки поразки людей струмом, що виникає при обриві нульового захисного проводу і замиканні фази на корпус за місцем обриву.

Ця небезпечна для людини напруга існує тривалий час, оскільки пошкоджена установка автоматично не відключається, а пошкодження важко виявити, аби провести відключення вручну.

При справному нульовому проводі наявність повторного заземлення приводить до вирівнювання потенціалів, тобто зниженню напруги дотику і кроку.

Повторні заземлення нульового робочого проводу виконують на кінцях повітряних ліній завдовжки більше 200 м, а також на введеннях від повітряних ліній до електроустановок, які підлягають зануленню. При цьому в першу чергу, слід використовувати природні заземлювачі, наприклад підземні частини опор, а також заземлюючі пристрої, призначені для захисту від грозових перенапружень.

У кабельних лініях повторне заземлення не вимагають, оскільки обрив нульового проводу в них маловірогідний.

Захисне вимикання – відключення електроустановки при пошкодженні ізоляції і переході напруги на не струмоведучі її елементи. Застосовується в доповнення до захисного заземлення (занулення) для забезпечення надійного захисту, перш за все, в умовах особливої небезпеки електротравм.

Небезпека ураження електричним струмом може виникнути: при зниженні опору ізоляції фаз відносно землі в результаті пошкодження; замиканні фаз на корпус електрообладнання; при появі в мережі більш високої напруги в результаті замикання між проводами повітряних ліній різних напруг або в результаті замикання в трансформаторі між обмотками вищої і нижчої напруги; під час випадкового дотику людини до струмоведучих частин електрообладнання, що перебуває під напругою.

У кожному із вказаних випадків у мережі відбуваються зміни електричних параметрів, що і служить імпульсом для спрацювання пристрою захисного вимикання.

Основними частинами пристрою захисного вимикання є прилад захисного вимикання і автоматичний вимикач.

Прилад захисного вимикання – це сукупність окремих елементів, які реагують на зміни певного параметра електричної мережі і подають сигнал на

вимикання автоматичного вимикача. Такими елементами є:

- датчик – пристрій, що сприймає зміни параметра і перетворює його у відповідний сигнал (зазвичай датчиками служать реле різних типів);
- підсилювач, що призначений для підсилення сигналу датчика, якщо сигнал недостатній для вимикання вимикача;
- кола захисного вимикання;
- допоміжні елементи (сигнальні лампи, вимірювальні прилади тощо).

Автоматичний вимикач служить для вимикання електроустановки, яка захищається, у разі надходження відповідного сигналу від пристрою захисного вимикання. У мережах до 1000 В автоматичними вимикачами можуть бути: контактори з електромагнітним керуванням у вигляді котушки, яка утримує; магнітні пускачі із тепловим реле для автоматичного вимикання в разі перевантаження; автомати.

ГОСТ 12.4.155-85. “ССБТ. Устройства защитного отключения. Классификация. Общие технические требования” встановлює класифікацію та типи пристроїв захисного вимикання. Так, кожний пристрій залежно від типу улаштування і його призначення реагує на струми витікання, струм замикання на землю, напругу корпусу відносно землі, напругу фази відносно землі, напругу нульової послідовності, струм нульової послідовності і оперативний струм. Застосовуються також пристрої, засновані на вентильних схемах, які реагують на зміни випрямлених струмів, що надходять від вентилів, підключених до фазних проводів мережі, що контролюється. Широко застосовуються комбіновані пристрої, які реагують на зміни декількох параметрів.

Існує багато схем захисного вимикання. Як приклад розглянемо схему пристрою захисного відключення, що реагує на струм нульової послідовності (рис. 3.9). Принцип їх дії полягає в швидкому відключенні ділянки мережі або споживача електроенергії, якщо струм нульової послідовності перевищує деяке значення, при якому напруга дотику до корпусу або струмоведучої частини, що знаходиться під напругою, має найбільше тривале допустиме значення.

Датчиком в даній схемі служить трансформатор струму нульової послідовності, який призначений для формування сигналу при появі струму витоку на землю. Для посилення сигналу і видачі команди на відключення призначено реле витоку, яке включає схему посилення (двохкаскадний транзисторний підсилювач), перемикач уставок захисту і ланцюг контролю справності. Сфера застосування приладу захисного вимикання, що реагує на струм нульової послідовності, – мережі будь-якої напруги як із заземленою, так і з ізольованою нейтраллю.

Перевагами даних видів пристроїв, що реагують на струм нульової послідовності, є можливість вживання в мережах напруги з різними режимами нейтралі, висока міра надійності роботи, тобто мала кількість помилкових відключень, незалежність роботи пристрою від значення опору заземлень і опору нульового провідника.

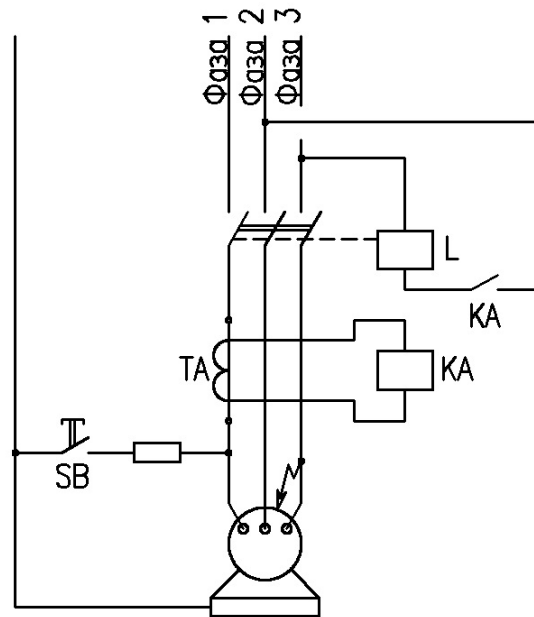


Рис. 3.9 - Схема пристрою захисного відключення, що реагує на струм нульової послідовності: ТА - трансформатор струму нульової послідовності; КА – реле витоку; L – відключаюча котушка автоматичного вимикача; SB – кнопка перевірки справності.

Вирівнювання потенціалів – метод зниження напруги дотику і кроку між точками електричного ланцюга, до яких можливий одночасний дотик людини або на яких він може одночасно стояти. Вирівнювання потенціалів застосовують як додаток до інших заходів захисту. Інколи без вирівнювання потенціалів поблизу електричного устаткування забезпечити безпеку, зокрема в електроустановках 110- 220 кВ, неможливо.

Вирівнювання потенціалів досягається шляхом штучного підвищення потенціалу опорної поверхні ніг до рівня потенціалу струмоведучої частини, а також при контурному заземненні.

Сучасні виробничі приміщення насичені великою кількістю верстатів, машин, трубопроводів, металоконструкцій, які в тій або іншій мірі зв'язані між собою і з корпусами електроустаткування. При замиканні на корпус в якому-небудь з електроприймачів усі частини отримують приблизно близьку за значенням напругу по відношенню до землі. Напруга між корпусом електроприймача і підлогою істотно зменшується, потенціали вирівнюються. Тому при вирівнюванні потенціалів людина, що знаходиться в ланцюзі замикання між корпусом електроприймача і підлогою, виявляється під порівняно малою напругою. Міра вирівнювання потенціалів залежить від того, наскільки заповнена будівля металевими конструкціями і устаткуванням, а також від конструкції будівлі; найкраще вирівнювання потенціалу досягається в залізобетонних будівлях.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть види дії електричного струму на організм людини.
2. На які види підрозділяються електричні травми?
3. Які основні причини електротравматизму на виробництві?
4. Які фактори впливають на наслідки ураження електричним струмом?
5. Як класифікуються приміщення за ступенем небезпеки ураження електричним струмом?
6. У чому полягає небезпека при однофазному доторканні?
7. У чому полягає небезпека при двофазному доторканні?
8. Поясніть, що таке напруга дотику та напруга кроку?
9. Як класифікуються заходи та засоби безпечної експлуатації електроустановок?
10. Які технічні засоби безпечної експлуатації електроустановок застосовуються при нормальних режимах роботи?
11. Які існують технічні засоби безпечної експлуатації електроустановок застосовуються при переході напруги на нормальнеструміведучі частини?
12. Які електрозахисні засоби використовують для безпечної експлуатації електроустановок?
13. Назвіть основні організаційні та технічні заходи безпечної експлуатації електроустановок.
14. Скільки встановлено кваліфікаційних груп з електробезпеки, що є характерним для них?
15. Як здійснюється перша допомога при ураженні електричним струмом?

РОЗДІЛ 4. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

4.1 Небезпечні та шкідливі чинники, пов'язані з пожежами

Пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що поширюється в часі і просторі.

Пожежна небезпека – можливість виникнення та (або) розвитку пожежі.

Коли людина перебуває в зоні впливу пожежі, то вона може потрапити під дію наступних небезпечних та шкідливих чинників:

- токсичні продукти горіння;
- вогонь;
- підвищена температура середовища;
- дим;
- недостатність кисню;
- руйнування будівельних конструкцій;
- вибухи;
- витікання небезпечних речовин, що відбуваються внаслідок пожежі;
- паніка.

Токсичні продукти горіння становлять найбільшу загрозу для життя людини, особливо при пожежах у будівлях. При горінні пінополіуретану та капрону утворюється ціанистий водень (синильна кислота), вініласту – хлористий водень та оксид вуглецю, лінолеуму – сірководень та сірчистий газ. Найчастіше при пожежах відзначається високий вміст у повітрі оксиду вуглецю. У підвалах, шахтах, тунелях, складах його вміст може становити від 0,15 до 1,5%, в приміщеннях – 0,1-0,6%.

Вогонь – надзвичайно небезпечний чинник пожежі. Під час пожежі температура полум'я може досягати 1200-1400 °С і у людей, що знаходяться у зоні пожежі випромінювання полум'я можуть викликати опіки та больові відчуття.

Небезпека підвищеної температури середовища полягає у тому, що вдихання розігрітого повітря разом із продуктами горіння може призвести до ураження органів дихання та смерті. В умовах пожежі підвищення температури середовища до 60 °С вже є життєвонебезпечною для людини.

Дим являє собою велику кількість видимих найдрібніших твердих та (або) рідинних часточок незгорівших речовин, що знаходяться в газах у завислому стані. Він викликає інтенсивне подразнення органів дихання та слизових оболонок (сильний кашель, сльозотечу тощо).

Крім того, у задимлених приміщеннях внаслідок погіршення видимості сповільнюється евакуація людей, а часом провести її зовсім неможливо. Задимленість вважається граничною, якщо показник послаблення світла димом на одиницю довжини становить 2,4.

Недостатність кисню спричинена тим, що в процесі горіння відбувається хімічна реакція окиснення горючих речовин та матеріалів. Небезпечною для життя людини вважається ситуація, коли вміст кисню в повітрі знижується до 14% (норма 21%). При цьому втрачається координація рухів, появляється слабкість, запаморочення, загальмовується свідомість. При концентрації кисню 9-11% смерть настає через кілька хвилин.

Вибухи, витікання небезпечних речовин можуть бути спричинені їх нагріванням під час пожежі, розгерметизацією ємкостей та трубопроводів з небезпечними рідинами та газами. Вибухи збільшують площу горіння і можуть призводити до утворення нових осередків пожеж.

Руйнування будівельних конструкцій відбувається внаслідок втрати ними несучої здатності під впливом високих температур та вибухів. При цьому люди можуть одержати значні механічні травми, опинитися під уламками завалених конструкцій. До того ж, евакуація може бути просто неможливою, внаслідок завалів евакуаційних виходів та руйнування шляхів евакуації.

Паніка спричинюється швидкими змінами психічного стану людини, як правило, депресивного характеру в умовах екстремальної ситуації (пожежі). Коли дія чинників пожежі перевищує межу психофізіологічних можливостей людини, то її може охопити панічний стан. При цьому вона втрачає розсудливість, її дії стають неконтрольованими та неадекватними ситуації, що виникла.

4.2 Загальні відомості про процес горіння

Горіння – це екзотермічна реакція окиснення речовини, яка супроводжується виділенням диму та (або) виникненням полум'я та (або) світінням. Для виникнення горіння необхідна наявність горючої речовини, окисника та джерела запалювання.

Розрізняють два види горіння: **повне** – при достатній кількості окисника, і **неповне** – при його пониженій кількості.

Продуктами повного горіння є діоксид вуглецю, вода, азот, сірчаний ангідрид та ін.

При неповному горінні утворюються горючі та токсичні продукти (монооксид вуглецю, альдегіди, смоли, спирти та ін.).

Горіння може бути гомогенним та гетерогенним.

При **гомогенному** горінні речовини, що вступають у реакцію окиснення, мають однаковий агрегатний стан, наприклад газоподібний.

Якщо при цьому горюча речовина та окисник не перемішані, то відбувається дифузне горіння, при якому процес горіння лімітується дифузиею окисника через продукти горіння до горючої речовини.

Якщо початкові речовини знаходяться в різних агрегатних станах і наявна межа поділу фаз у горючій системі, то таке горіння називається **гетерогенним**.

Гетерогенне горіння, при якому одночасно утворюються потоки горючих газоподібних речовин, є одночасно й дифузним.

Як правило, пожежі характеризуються гетерогенним дифузним горінням, швидкість переміщення полум'я якого залежить від швидкості дифузії кисню повітря до осередку горіння.

4.3 Різновидності горіння

Розрізняють наступні різновидності горіння: вибух, детонація, спалах, займання, спалахування, самозаймання, самоспалахування, тління.

Вибух – надзвичайно швидке хімічне перетворення, що супроводжується виділенням енергії й утворенням стиснених газів, здатних виконувати механічну роботу, яка зводиться до руйнувань, які виникають при вибуху і обумовлені утворенням ударної хвилі – раптового скачкоподібного зростання тиску.

Детонація – це горіння, яке поширюється зі швидкістю кілька тисяч метрів за секунду. Виникнення детонації пояснюється стисненням, нагріванням та переміщенням незгорівшої суміші перед фронтом полум'я, що призводить до прискорення поширення полум'я і виникнення в суміші ударної хвилі.

Спалах – короткочасне інтенсивне згоряння обмеженого об'єму газоповітряної суміші над поверхнею горючої речовини або пилоповітряної суміші, що супроводжується короткочасним видимим випромінюванням, але без ударної хвилі і стійкого горіння.

Займання – початок горіння під впливом джерела запалювання.

Спалахування – займання, що супроводжується появою полум'я.

Тління – безполуменеве горіння матеріалу (речовини) у твердій фазі з видимим випромінюванням світла із зони горіння.

Самозаймання – початок горіння внаслідок самоініційованих екзотермічних процесів. Самозаймання виникає в результаті різкого збільшення швидкості екзотермічних реакцій в об'ємі горючого матеріалу (речовини), коли швидкість виділення тепла перевищує швидкість його розсіювання.

Самоспалахування – самозаймання, що супроводжується появою полум'я.

Залежно від внутрішнього імпульсу процеси самозаймання (самоспалахування) поділяються на теплові, мікробіологічні та хімічні.

Теплове самозаймання виникає при зовнішньому нагріванні матеріалу (речовини) контактним (внаслідок теплообміну при контакті з нагрітим предметом), радіаційним (внаслідок променистого тепла) або конвективним (внаслідок передачі тепла повітряним потоком) шляхом. При досяганні температури самонагрівання в матеріалі відбувається різка інтенсифікація екзотермічних процесів окиснення та розкладу, що призводить до підвищення температури матеріалу та його самозаймання. Захист від теплового самозаймання – запобігання нагріву матеріалів від зовнішніх джерел тепла.

Мікробіологічне самозаймання відбувається внаслідок самонагрівання, що спричинене життєдіяльністю мікроорганізмів у масі органічних волокнистих чи дисперсних матеріалів.

Хімічне самозаймання виникає внаслідок дії на речовину повітря, води, а також хімічно-активних речовин.

Наприклад, самозаймаються промаслені матеріали (ганчір'я, дерев'яна тирса, навіть металеві ошурки). Внаслідок окиснення масел киснем повітря відбувається самонагрівання, що може призвести до самозаймання.

До речовин, що здатні самозайматися при дії на них води належать калій, натрій, цезій, карбіди кальцію і лужних металів й інші. Ці речовини при взаємодії з водою виділяють горючі гази, які здатні самозайнятися внаслідок теплоти реакції.

До хімічно-активних речовин, що призводять до самозаймання при взаємодії з ними належать газоподібні, рідинні та тверді окисники.

4.4 Показники пожежовибухонебезпечності речовин та матеріалів

За горючістю речовини та матеріали поділяються на три групи: негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі – речовини та матеріали не здатні до горіння в повітрі нормального складу. Це переважно неорганічні матеріали, металеві, гіпсові, цегляні конструкції та ін.

Важкогорючі – це речовини та матеріали, які здатні до займання в повітрі від джерела запалювання, однак після його вилучення не здатні до самостійного горіння. До них належать матеріали, які містять горючі та негорючі складові частини. Наприклад, асфальтобетон, фіброліт, пресовані дерев'яно-волокнисті плити тощо.

Горючі – речовини та матеріали, які здатні до самозаймання, а також займання від джерела запалювання і самостійного горіння після його вилучення. До них належать більшість органічних матеріалів.

В свою чергу горючі матеріали та речовини поділяються на **легкозаймисті**, тобто такі, які займаються від джерела запалювання незначної енергії (сірник, іскра тощо) без попереднього нагрівання (папір, целюлоза та ін.) та **важкозаймисті**, які займаються від порівняно потужного джерела запалювання (пресований картон, рубероїд та інші).

Температура спалаху – найменша температура речовини, за якої за встановленими умовами випробування над її поверхнею утворюється пара, здатна спричинити спалах у повітрі під впливом джерела запалювання, але швидкість утворення пари недостатня для підтримання стійкого горіння.

За температурою спалаху розрізняють:

- **легкозаймисті рідини (ЛЗР)** – горюча рідина, здатна запалитися від короткочасного впливу джерела загорання тривалістю до 1 сек з низькою

енергією (полум'я сірника, іскра, тліюча сигарета тощо), з температурою спалаху, що не перевищує 61°C у закритому тиглі (бензин, ацетон, етиловий спирт та ін.) та не перевищує 66°C у відкритому тиглі.

– **горючі рідини (ГР)** – рідина, яка здатна запалитися від джерела запалювання, самостійно горіти після його видалення і має температуру спалаху понад 61°C у закритому тиглі або понад 66°C у відкритому тиглі (мінеральні мастила, мазут, формалін та ін.).

Легкозаймисті рідини діляться на три розряди:

I – особливо небезпечна ЛЗР з температурою спалаху від -18°C і нижче в закритому тиглі або від -13°C і нижче у відкритому тиглі;

II – постійно небезпечна ЛЗР з температурою спалаху вище -18°C до +23°C у закритому тиглі або вище -13°C до +27°C у відкритому тиглі;

III – небезпечна при підвищеній температурі повітря ЛЗР з температурою спалаху вище 23 до 61°C у закритому тиглі або вище 27 до 66°C у відкритому тиглі.

Температура спалахування – найменша температура матеріалу (речовини), за якої за встановленими умовами випробування матеріал (речовина) виділяє горючі пару та газу з такою швидкістю, що під час впливу на них джерела запалювання спостерігається спалахування.

Температура самоспалахування – найменша температура навколишнього середовища, за якої за встановленими умовами випробування спостерігається самоспалахування матеріалу (речовини).

Нижня (НКМПП) та верхня (ВКМПП) концентраційні межі поширення полум'я – це мінімальний та максимальний вміст горючої речовини в однорідній суміші з окислювальним середовищем за якого можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання. В замкнутому об'ємі спалахування носить вибуховий характер, тому вказані концентраційні межі іноді ще називають **межами вибуховості**.

4.5 Категорії приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Залежно від властивостей речовин і матеріалів, умов їх застосування і обробки приміщення за вибухопожежною і пожежною небезпекою поділяються на п'ять категорій - А, Б, В, Г, Д.

До категорії А належать приміщення, де перебувають спалимі та легкозаймисті рідини з температурою спалаху, що не перевищує 28°C, а також речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем або одне з одним; при утворенні вибухонебезпечних сумішей розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху 5 кПа.

Об'єкти категорії А: нафтопереробні заводи, хімічні виробництва, цехи фабрик штучного волокна, склади бензину, цехи обробки і використання металевого натрію та ін.

До категорії Б відносять приміщення, у яких є пил та волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху вище 28°C та спалимі рідини в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні та пароповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху 5 кПа.

Об'єкти категорії Б: цехи виготовлення і транспортування вугільного пилу та муки із дерева, розмелювальні відділення млинів, цехи обробки синтетичного каучуку, виготовлення пудри із цукру, склади кіноплівок та ін.

До категорії В належать приміщення, де перебувають спалимі та важкоспалимі рідини, тверді спалимі та важкоспалимі речовини та матеріали (у тому числі пил і волокна), а також речовини і матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря та одне з одним тільки горіти (за умови, що ці приміщення не відносять до категорії А чи Б).

До об'єктів категорії В належать: лісопильні, деревообробні, столярні, лісотарні цехи, відкриті склади масла, масляні господарства електростанцій, цехи текстильного виробництва і ін.

До категорії Г належать приміщення» в яких є неспалимі речовини та матеріали в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, а також спалимі гази, рідини та тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо; процес їх обробки супроводжується виділенням променевого тепла, іскор та полум'я.

Об'єкти категорії Г: металургійні виробництва, цехи гарячої обробки металу, котельні.

До категорії Д відносять приміщення, в яких є неспалимі речовини та матеріали у холодному стані.

Об'єкти категорії Д: виробництва холодної обробки металів та інші, пов'язані із зберіганням та переробкою матеріалів, які не згорають.

Вибухонебезпечна зона – простір у приміщенні або навколо зовнішньої установки, у якому присутнє вибухонебезпечне середовище або воно може утворюватися внаслідок природних чи виробничих чинників у такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

Газо- та пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні – вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

Вибухонебезпечна зона класу 0 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого часу. Вибухонебезпечна зона класу 0 згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 “Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок” може мати місце тільки в межах корпусів технологічного обладнання.

Вибухонебезпечна зона класу 1 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи (нормальна робота – ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).

Вибухонебезпечна зона класу 2 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок. Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газо-, пароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

Вибухонебезпечна зона класу 20 – простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і (або) простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Звичайно це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

Вибухонебезпечна зона класу 21 – простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації. Ця зона може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечної пилоповітряної суміші.

Вибухонебезпечна зона класу 22 – простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто й існувати недовго або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати й утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії. Ця зона може включати простір поблизу обладнання, що утримує пил, який може вивільнятися шляхом витoku і формувати пилові утворення.

Пожежонебезпечна зона – простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

Клас пожежонебезпечних зон згідно з класифікацією, наведеною нижче, та їх межі визначаються технологами разом з електриками проектної або експлуатуючої організації. Клас пожежонебезпечних зон характерних виробництв повинен відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв за вибухопожежонебезпекою.

Пожежонебезпечна зона класу П-І – простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, яка має температуру спалаху більше +61°C.

Пожежонебезпечна зона класу П-П – простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна.

Пожежонебезпечна зона класу П-Па – простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

Пожежонебезпечна зона класу П-ПШ – простір поза приміщенням, в якому знаходиться горюча рідина, яка має температуру спалаху понад +61°C або тверді горючі речовини.

Зони в приміщеннях або за їх межами до 5 м по горизонталі та вертикалі від апарата, у якому знаходяться горючі речовини, але технологічний процес ведеться із застосуванням відкритого вогню, розжарених частин або технологічні апарати мають поверхні, нагріті до температури самозаймання горючої пари, пилу або волокон, не відносяться в частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних зон. Клас середовища за межами вказаної 5-метрової зони слід визначати в залежності від технологічних процесів, які застосовуються в цьому середовищі.

Зони в приміщеннях або за їх межами, у яких тверді, рідкі та газоподібні горючі речовини спалюються як паливо або утилізуються шляхом спалювання, не належать у частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних зон.

4.6 Засоби та способи гасіння пожежі

Пожежу, яка виникла, можна ліквідувати, якщо усунути один з трьох чинників, необхідних для горіння: горючу речовину, окисник, джерело тепла.

Горіння припиняється:

- при охолодженні горючої речовини до температури нижчої, ніж температура її займання;

- при зниженні концентрації кисню в повітрі в зоні горіння;

- при припиненні надходження пари, газів горючої речовини в зону горіння.

Існують два способи гасіння пожеж: фізичний та хімічний.

До **фізичних способів** припинення горіння відносять:

- охолодження зони горіння або горючих речовин;
- Розбавлення реагуючих речовин у зоні горіння негорючими речовинами;
- ізоляція реагуючих речовин від зони горіння.

Хімічний спосіб припинення пожежі - це хімічне гальмування реакції горіння.

До **основних засобів гасіння пожежі** (з допомогою яких здійснюється той чи інший спосіб припинення горіння) належать:

- вода (у вигляді струменя або в розпиленому стані);
- інертні гази (вуглекислий газ, азот);
- піни хімічні та повітряномеханічні;
- порошкові суміші;
- покривала з брезенту та азбесту.

Вода - найбільш дешева та поширена вогнегасна речовина. Це пояснюється:

- великою теплоємністю (теплота пароутворення 539 кал/г);
- високою термічною стійкістю (розкладається при температурі вище 1700°C);
- значним збільшенням об'єму при пароутворенні (1 л води при випаровуванні утворює більше 1700 л пари);
- охолоджує зону горіння.

Воду застосовують у вигляді потужних струменів дощу і як пару. Струменем води збивають полум'я і одночасно охолоджують поверхню. Струменем води гасять тверді спалимі речовини; дощем - тверді, волокнисті сипучі речовини, а також легкозамисті та спалимі рідини (спирт, трансформаторна олія тощо).

Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м³, невеликих загорань на відкритих установках.

Водою не можна гасити:

- речовини, які вступають у реакцію з водою і виділяють спалимі речовини (металевий натрій, калій, магній, карбід кальцію);
- метали, нагріті до температури вище 1500°C, тому що вода розкладається з виділенням гримучого газу.

Інертні гази (вуглекислота, азот, аргон та ін.) особливо доцільно застосовувати тоді, коли гасіння водою може спричинити вибух, або поширення горіння, або ж пошкодження апаратури, обладнання, цінностей.

Вуглекислота - газ без кольору і запаху. Він важчий від повітря в 1,5 рази; при 0°C і P = 36 атм легко переходить у рідкий стан, тоді його називають вуглекислою.

З 1 л рідкої вуглекислоти при t = 0°C утворюється 506 л газу. Зберігається в сталевих балонах. Подача кислоти проводиться через раструби - диффузори, внаслідок чого відбувається переохолодження кислоти, що виходить, і утворення вуглекислого снігу.

При використанні вуглекислоти необхідно враховувати її токсичність. При вдиханні повітря, яке містить 10% CO₂, настає параліч дихання і смерть.

Вуглекислота виконує дві функції - охолоджуючу та ізолюючу.

Азот не має ні кольору ні запаху. На відміну від CO₂ в рідкий стан переходить при дуже низькій температурі (-195,8°C).

Азот як засіб гасіння використовується по методу розбавлення спалимої речовини.

Вуглекислоту і азот застосовують в порівняно невеликих за об'ємом приміщеннях, головним чином при гасінні рідини та газів, що горять полум'ям. Погано гасять речовини, здатні тліти.

Оскільки вуглекислота відновлюється лужноземельними металами, її не можна застосовувати при гасінні цих металів.

Азот застосовують для заповнення вільних об'ємів у посудинах над ЛЗР з метою запобігання вибухів у виробничих установках.

Піни для гасіння пожеж являють собою суміш газу з рідиною.

Пухирці газу можуть утворюватися всередині рідини в результаті хімічних процесів або механічного змішування газу (повітря) з рідиною. Гасіння піною полягає в тому, що пінне покриття є ніби екраном, який запобігає дії тепла зони горіння на поверхню речовини. Піна запобігає виходу рідини в зону горіння, **виконуючи ізолюючу функцію**. Піна виявляє і деяку охолоджуючу дію.

Хімічна піна утворюється в результаті такої реакції, за якої в рідкому середовищі утворюється будь-який газ.

Наприклад, для утворення піни використовують піногенераторний порошок, який містить кислотну частину - сірчаноокислий глинозем - 63%, лужну частину - бікарбонат натрію - 33,7%, екстракт солодкового кореня - 3,3% (піноутворююча речовина, яка надає міцності плівкам пухирців). При змішуванні порошку з водою відбувається реакція з утворенням вуглекислого газу. Цю піну застосовують для гасіння нафтопродуктів.

Повітряно-механічна піна утворюється при механічному змішуванні повітря, води і поверхнево-активної речовини (піноутворювача).

Піни характеризуються кратністю і стійкістю.

Під **кратністю** розуміють відношення об'єму піни до об'єму рідини, з якої вона одержана.

Кратність хімічної піни складає 5.

Повітряно-механічна піна буває низької (до 10), середньої (11-200) і високої (201-1000) кратності.

Піни **низької та середньої кратності** застосовуються для гасіння нафтопродуктів, твердих речовин та матеріалів. Піни **високої кратності** використовуються для гасіння легкозаймистих та спалимих речовин.

Стійкість піни - час від моменту утворення до повного розпаду. Стійкість хімічної піни становить 40 хв, повітряно-механічної - 20-30 хв.

Вогнегасні порошки – це подрібнені мінеральні солі з різними добавками. Основний спосіб впливу на горіння – інгібування.

Порошкові склади ефективні при гасінні пожеж твердих речовин різноманітних класів, паливних рідин, газів, металів, електроустановок під напругою.

4.7 Класифікація пожеж і рекомендовані вогнегасні речовини

Пожежі поділяються на п'ять класів - А, В, С, D, Е.

Клас пожежі А:

- підклас А1 - звичайні тверді горючі матеріали (дерево, вугілля, папір, гума, текстильні матеріали тощо), горіння яких супроводжується тлінням;

- підклас А2 - звичайні тверді горючі матеріали, горіння яких не супроводжується тлінням.

Рекомендовані вогнегасні речовини - всі види вогнегасних речовин (насамперед вода).

Клас пожежі В:

- підклас В1 - горючі рідини й матеріали, що плавляться при нагріванні (мазут, бензин, лаки, масла, спирт, стеарин, каучук, деякі синтетичні матеріали;
- підклас В2 - горючі рідини й матеріали, що плавляться при нагріванні і не розчиняються у воді.

Рекомендовані вогнегасні речовини - розпилена вода, всі види пін, поршки.

Клас пожежі С: горючі гази (водень, ацетилен, вуглеводні тощо).

Рекомендовані вогнегасні речовини - азот, вуглекислий газ, галогено-вуглеводводні, порошки, вода (для охолодження).

Клас пожежі Д:

- підклас Д1 - горіння легких металів, за винятком лужних;
- підклас Д2 - горіння лужних металів;
- підклас Д3 - - горіння металовмісних сполук.

Рекомендовані вогнегасні речовини - порошки (при спокійній подачі на палаючу поверхню).

Клас пожежі Е: горить електроустаткування під напругою.

Рекомендовані вогнегасні речовини - порошки, вуглекислота, хладони.

Питання для самоконтролю

1. Перелічіть небезпечні та шкідливі фактори, пов'язані з пожежами.
2. Що таке горіння? Які види горіння?
3. Назвіть показники пожежовибухонебезпечних властивостей матеріалів і речовин.
4. Як класифікуються речовини та матеріали за горючістю?
5. Як класифікуються рідини за температурою спалаху?
6. Як класифікуються аерозолі горючих речовин?
7. Що таке вибухонебезпечна суміш?
8. Як класифікуються будівельні матеріали за горчістю, займистістю та токсичністю продуктів горіння?
9. На які категорії поділяються приміщення та будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою?
10. Що таке вибухонебезпечна зона та на які класи поділяється?
11. Що таке пожежонебезпечна зона та як класи поділяється?
12. Які умови необхідні для виникнення горіння?
13. Перелічіть методи запобігання формуванню горючого середовища.
14. Перелічіть методи запобігання виникненню в горючому середовищі джерела підпалювання.
15. Які методи використовують для попередження розвитку пожежі?
16. Які є способи гасіння пожежі та основні вогнегасні речовини?
17. Що входить до первинних засобів пожежогасіння?

РОЗДІЛ 5. ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

5.1 Лабораторна робота № 1. «Дослідження мікроклімату виробничих приміщень»

Мета роботи

Навчитися методам і засобам дослідження метеорологічних умов на робочих місцях у виробничих приміщеннях.

Короткі теоретичні відомості

Необхідною умовою життєдіяльності людини є збереження сталої температури його тіла. Самопочуття і працездатність людини залежать від метеорологічних умов виробничого середовища. Сукупність таких показників виробничого середовища, як температура повітря, °С; відносна вологість, %; швидкість руху повітря, м/с; інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м² ((ккал/м²)·год.); барометричний тиск, мм. рт. ст. (Па), називають метеорологічними умовами або мікрокліматом. Таким чином, в поняття «метеорологічні умови», або «мікроклімат», виробничих приміщень входять ті фізичні фактори виробничого середовища, які впливають на тепловий стан організму і які необхідно постійно контролювати.

Атмосферне повітря складається з суміші азоту (78,08 %), кисню (20,95%), аргону (0,93 %), вуглекислоти (0,03 %) і дуже незначної кількості інших газів (всього 0,01 %). Крім того, атмосферне повітря має домішки органічного і неорганічного походження, а також воду у всіх станах. Якщо кількість кисню в повітрі зменшиться до 12 %, то утруднюється дихання. В таких умовах людина напружує дихальний апарат, дихає частіше; такий стан людина витримує до 0,5 години.

Отже, оздоровлення повітряного середовища виробничих приміщень – одна з основних проблем життєдіяльності людини.

Повітря треба розглядати як середовище, що постійно приймає тепло, яке виділяє людський організм. Величина тепловиділення організмом людини залежить від ступеня фізичної напруги в даних кліматичних умовах і складає від 85 (стан спокою) до 500 Дж/с (важка робота). Для нормального проходження фізіологічного процесу в організмі людини теплота, яка виділяється організмом людини, повинна повністю відводитися в середовище.

Нормальне теплове самопочуття буде тоді, коли тепловиділення організмом людини повністю поглинається навколишнім середовищем, при цьому температура внутрішніх органів постійна на рівні 36,6 °С.

Завдяки властивостям людського організму зберігається температура тіла, незважаючи на значні зміни метеорологічних умов за рахунок постійної роботи механізму терморегуляції, який пов'язаний з діяльністю нервових центрів.

Терморегуляцією називається суміш фізіологічних процесів організму, які спрямовані на підтримання температури тіла на більш-менш сталому рівні незалежно від навколишнього середовища.

Організм людини здатний підтримувати квазістійку температуру тіла при достатньо широких коливаннях параметрів навколишнього середовища. Так, тіло людини зберігає температуру близько 36,6 °С при коливаннях навколишньої температури від – 40 °С до +40 °С. При цьому температура окремих ділянок шкіри та внутрішніх органів може бути від 24 °С до 37,1 °С.

Найбільш інтенсивні обмінні процеси відбуваються в печінці – її температура – 38,0...38,5 °С. Існує добовий біоритм температури шкіри: максимальна (37,0...37,1 °С) о 16.00...19.00, мінімальна (36,0...36,2 °С) о 2.00...4.00 за місцевим часом.

Для того щоб фізіологічні процеси в організмі людини проходили нормально, температура його тіла повинна бути постійною (незмінною). Надлишкова теплота, яка виділяється організмом людини в процесі праці, повинна відводитись у навколишнє середовище. Співвідношення між кількістю цієї теплоти та охолоджуючою здатністю навколишнього середовища зумовлює тепловий комфорт.

У разі відхилення параметрів мікроклімату від комфортних в організмі людини відбуваються процеси, спрямовані на терморегуляцію. Вони відбуваються під контролем центральної нервової системи і забезпечують рівновагу між організмом людини та навколишнім середовищем.

Розрізняють хімічну та фізичну терморегуляцію.

Хімічна терморегуляція організму досягається зниженням рівня обміну речовин у разі загрози його перегріву або посиленням цього обміну під час охолодження. Але роль хімічної терморегуляції в тепловій рівновазі організму з зовнішнім середовищем мала порівняно з фізичною. За фізичної терморегуляції віддача теплоти організмом людини в навколишнє середовище відбувається зазначеними вище теплопровідністю, конвекцією, випаровуванням та випромінюванням.

Значне відхилення параметрів мікроклімату від оптимальних або допустимих може спричинитися до ряду фізіологічних порушень в організмі людини, до різкого зниження її працездатності і навіть до професійних захворювань.

Вплив параметрів мікроклімату на самопочуття людини. Параметри мікроклімату справляють безпосередній вплив на самопочуття людини та його працездатність. Зниження температури за всіх інших однакових умов призводить до зростання тепловіддачі шляхом конвекції та випромінювання і може зумовити переохолодження організму.

При підвищенні температури повітря мають місце зворотні явища. При температурі повітря понад 30 °С працездатність людини починає падати (починається **перегрівання організму людини**). Дослідженнями встановлено, що в кінці 5-ти годинного перебування в зоні з температурою повітря більше

31°C і вологості 80...90 % працездатність падає до 62 %. Значно падає сила в м'язах рук (на 30...40 %), приблизно у 2 рази погіршується координація рухів рук. Продуктивність праці падає пропорційно метеорологічним умовам.

За такої високої температури та вологості практично все тепло, що виділяється, віддається у навколишнє середовище при випаровуванні поту. При підвищенні вологості піт не випаровується, а стікає краплинами з поверхні шкіри. Вода та солі, котрі виносяться з організму людини з потом, повинні замінюватися, оскільки їх втрата призводить до згущення крові та порушення діяльності серцево-судинної системи.

Зневоднення організму на 6 % викликає порушення розумової діяльності, зниження гостроти зору. Зневоднення на 15...20 % призводить до смертельного наслідку.

Втрата солі позбавляє кров здатності утримувати воду, що викликає порушення діяльності серцево-судинної системи. За високої температури повітря та при дефіциті води в організмі посилено витрачаються вуглеводи, жири, руйнуються білки.

Для відновлення водяного балансу рекомендується вживати підсолену (0,5 % NaCl) воду (4...5 л на людину за зміну), білково-вітамінний напій.

Тривалий вплив високої температури у поєднанні зі значною вологістю може призвести до накопичення теплоти в організмі і до гіпертермії – стану, при котрому температура тіла піднімається до 38...40 °С. При гіпертермії, як наслідок, тепловому ударі спостерігається головний біль, запаморочення, загальна слабкість, спотворення кольорового сприйняття, сухість у роті, нудота, блювання, потовиділення. Пульс та частота дихання прискорюється, в крові зростає вміст залишкового азоту та молочної кислоти. Спостерігається блідість, посиніння шкіри, зіниці розширені, часом виникають судоми, втрата свідомості.

За зниженої температури, значної рухомості та вологості повітря виникає **переохолодження організму** (гіпотермія). Охолодження організму можливе найчастіше в зимовий і перехідний періоди року при виконанні робіт на відкритому повітрі, або робіт, які проводяться в неопалюваних виробничих і складських приміщеннях.

Тривала дія низької температури може викликати різні небажані зміни в організмі людини. Охолодження пов'язане зі значними тепловиділеннями через кінцівки рук і ніг. На охолодження впливає вологість і швидкість руху повітря. Розрізняють охолодження загальне і місцеве.

Загальне і місцеве охолодження організму є причиною різних захворювань: міозитів, невритів, радикулітів тощо, а також загальних та інфекційних захворювань. Будь-який ступінь охолодження характеризується зниженням частоти серцебиття і гальмує діяльність кори головного мозку, що суттєво впливає на працездатність людини. Місьцеве переохолодження може настати навіть при температурі вище 0°C. Наприклад, при тривалому охолодженні ніг в гумовому взутті водою, температура якої 8°C, а також внаслідок потіння ніг в гумових чоботах при таких же температурах.

На початковому етапі впливу помірного холоду спостерігається зниження частоти дихання, збільшення об'єму вдиху. За тривалого впливу холоду дихання стає неритмічним, частота та об'єм вдиху зростають, змінюється вуглеводний обмін. З'являється м'язове тремтіння, при котрому зовнішня робота не виконується і вся енергія тремтіння перетворюється в теплову. Це дозволяє протягом деякого часу затримувати зниження температури внутрішніх органів.

Вологість повітря визначається ступенем його насиченості водяною парою. Вологість повітря характеризується парціальним тиском водяної пари P_v відносною вологістю ϕ , масовим вмістом в кілограмах на 1 кг сухого повітря x (або d), масовим вмістом в кілограмах на 1 м³ сухого повітря за нормальних умов f . Маємо такі основні параметри вологого повітря.

Абсолютна вологість – це маса водяної пари в одиниці об'єму вологого повітря, тобто густина водяної пари у повітрі.

Вологоємність повітря – це абсолютна вологість повітря, насиченого водяними парами при даній температурі.

Відносна вологість повітря – відношення кількості водяної пари до кількості водяної пари, що насичує повітря при тій же температурі, виражене у відсотках, тобто це відношення абсолютної вологості повітря до вологоємності у відсотках.). Користуючись характеристичним рівнянням для газів відносно вологість можна виразити через величину тиску водяної пари.

Вологість повітря суттєво впливає на терморегуляцію людського організму. Підвищення відносної вологості повітря у виробничому приміщенні (75...85 %) ускладнює терморегуляцію, зменшує тепловиділення організмом. Фізіологічне оптимальною є відносна вологість в межах 40...60%.

За санітарними нормами проектування промислових підприємств ДСП 173 і ГОСТ12.1.005-88 залежно від характеру виконуваних робіт найбільш сприятливими для людського організму є: відносна вологість 60...50% – при температурі 18...22 °С; не більше 55 % – при температурі 28°С; не більше 60 % – при температурі 27 °С; не більше 65 % – при температурі 26 °С; не більше 70% – при температурі 25 °С; не більше 75 % – при температурі 24 °С і нижче.

Швидкість руху повітря. Значення руху повітря для теплового балансу організму людини доцільно пов'язувати з температурою і вологістю повітря. Рух повітря в атмосферному просторі, як температура і вологість, водночас практично не підлягають визначенню.

Швидкість руху повітря залежно від його температури може впливати по-різному на людину. При високих температурах повітря його рух забезпечує нормальне самопочуття людини, а при відсутності руху стан організму погіршується, що може викликати тепловий удар. Людина здатна відчувати рух повітря при його швидкості 0,1 м/с. Залежно від характеру виконуваних робіт, температури, вологості допускається швидкість руху повітря в межах 0,3...0,5 м/с і не повинна перевищувати 1,0... 1,5 м/с.

Отже, температура, вологість і швидкість руху повітря є факторами, що комплексно впливають на самопочуття людини. Комфортні параметри

виробничого мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря) для кожного конкретного випадку визначаються в нормативному документі – Системі стандартів безпеки праці (ССБП) ГОСТ 12.1.005-88 і є обов'язковим для всіх виробництв і для виробництв у різних географічних розташуваннях.

В основу принципу нормування метеорологічних умов виробничого середовища покладена диференційна характеристика оптимальних і допустимих метеорологічних умов в робочому середовищі залежно від теплової характеристики виробничого приміщення, категорії робіт і періоду року.

Під **оптимальними** мікрокліматичними умовами розуміють такі співвідношення параметрів мікроклімату, котрі при дії на людину забезпечують нормальний функціональний тепловий стан організму без залучення механізму терморегуляції. Внаслідок цього забезпечується тепловий комфорт, що значною мірою впливає на працездатність.

Допустимими мікрокліматичними умовами називають такі співвідношення параметрів мікроклімату, котрі за тривалої та систематичної дії на людину можуть викликати зміни і швидко нормалізувати функціональний і тепловий стан організму при напруженій роботі механізму терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічної рівноваги. Водночас може виникнути дискомфортне тепловідчуття, погіршується самопочуття, знижується працездатність.

Оптимальні і допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочих місцях для різного періоду року залежно від категорії роботи подано в табл. 1.1.-1.2 (ДСН 3.3.6.042-99).

Таблиця 1.1 – Допустимі метеорологічні фактори виробничих приміщень

| Період року | Категорія робіт | Температура, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху, м/с |
|------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Холодний та перехідний | Легка – Іа | 21-25 | 75 | >0,1 |
| | Легка – Іб | 20-24 | 75 | >0,1 |
| | Середньої важкості - Іа | 17-23 | 75 | >0,2 |
| | Середньої важкості - Іб | 15-21 | 75 | >0,2 |
| | Важка - ІІІ | 13-19 | 75 | >0,3 |
| Теплий | Легка – Іа | 22-28 | 55 (при 28°С) | 0,1 – 0,2 |
| | Легка – Іб | 21-28 | 60 (при 27°С) | 0,1 – 0,3 |
| | Середньої важкості - Іа | 18-27 | 65 (при 26°С) | 0,2 – 0,4 |
| | Середньої важкості - Іб | 16-27 | 70 (при 25°С) | 0,2 – 0,5 |
| | Важка - ІІІ | 15-26 | 75 (при 24°С і нижче) | 0,2 – 0,6 |

Таблиця 1.2 – Оптимальні метеорологічні фактори виробничих приміщень

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

Найбільш поширені прилади для вимірювання температури повітря - ртутні і спиртні термометри. При вимірюваннях температури вище за 0 °С слід користуватися ртутними термометрами, оскільки ртуть при нагріванні розширюється рівномірно, а спирт - нерівномірно. При температурі нижче (-39 °С) ртуть замерзає, спирт же замерзає при температурі нижче (-100 °С). Отже, для вимірювання низьких температур слід користуватися спиртними термометрами.

Для встановлення найбільшої і найменшої температури повітря користуються максимально-мінімальним термометром, що є запаяною з обох кінців U-образною трубкою. Нижня частина її заповнена ртуттю, а верхня – спиртом. Спирт заповнює ліве додаткове зігнуте коліно цілком, а праве - лише до половини розширення, що знаходиться над ним, у верхній половині якого знаходяться пари спирту. Наявні в кожному коліні рухомі сталеві покажчики упираються кінцями у внутрішні стінки капілярної трубки, тому їх пересування вгору можливе тільки при підйомі рівня ртуті. Нижні кінці покажчиків показують за шкалою максимум зареєстрованої температури в правому коліні, а мінімум в лівому коліні. До установки приладу (обов'язково в горизонтальне положення) покажчики за допомогою магніту стають в початкове положення, тобто на рівні ртуті в кожному з колін; у момент установки приладу в місці зміни температури повітря.

Для вимірювання дійсної температури повітря в умовах теплового випромінювання користуються парним термометром, що складається з двох ртутних термометрів; поверхня резервуарів одного з них зачорнена, а іншого покрита шаром срібла. Почорнений термометр поглинає падаючі на нього

теплові промені, а посріблений відображає їх. Дійсна температура повітря T_n визначається по формулі

$$T_n = T_q - K \cdot (T_q - T_c), \quad (1.1)$$

де K – константа парного термометра, котра визначається при виробі приладу;

T_q – температура почорненого термометра, °С;

T_c – температура посрібленого термометра, °С.

Для визначення коливання температури протягом необхідного проміжку часу застосовуються термографи, наприклад М-16С і М-16Н.

При установці всіх приладів для вимірювання температури необхідно виключити дію на них інфрачервоних променів, тобто навколишніх поверхонь, температура яких відрізняється від температури повітря. Цей вплив може бути усунений захистом приладів екранами, причому екрани не повинні перешкоджати руху повітря навколо приладу, а також нагріватися або охолоджуватися. Тому для екранування краще використовувати матеріали з блискучою поверхнею, що володіють великою відбивною здатністю (наприклад, алюмінієву фольгу).

Вологість повітря в даний момент вимірюється психрометрами. Для вимірювання вологості повітря за певний проміжок часу застосовуються гігрографи.

Для вимірювання атмосферного тиску служать барометри, найбільш точні з них ртутні, але і вони чутливі до теплової дії і тому не повинні піддаватися опромінюванню.

Для вимірювання швидкості руху повітря найчастіше застосовуються анемометри.

Опис лабораторної установки

В лабораторній роботі необхідно за допомогою різних приладів заміряти основні параметри мікроклімату, а саме вологість повітря, температура та швидкість повітря в приміщенні.

Для визначення вологості повітря в лабораторній роботі використовується аспіраційний психрометр Ассмана (рис. 1.1). Прилад складається з двох ртутних термометрів - сухого 1 і вологого 3, закріплених в оправі, і оснащений вентилятором 2, що забезпечує транспортування повітря через прилад.

Ртутні кульки термометрів мають подвійний трубчастий захист (з повітряним зазором між трубками), що оберігає їх від нагрівання сонячними променями. Для досягнення більшого ефекту зовнішня поверхня трубок ретельно полірується і нікелюється. Трубки пластмасовим трійником сполучені з повітропровідною трубкою, на верхньому кінці якої укріплена вентиляційна головка.

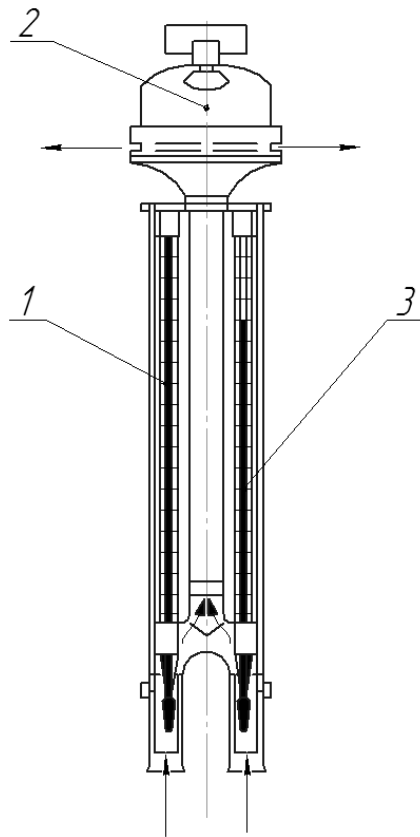


Рисунок 1.1 - Аспіраційний психрометр Ассмана

За допомогою вентилятора через прилад транспортується досліджуване повітря, дякуючи чому забезпечується постійність психрометричного коефіцієнта в розрахунковому виразі, а також усувається вплив теплового випромінювання.

Вологість повітря визначається розрахунком по показникам сухого і вологого термометрів аспіраційного психрометра через парціальний тиск водяної пари.

Для виміру температури застосовується ртутний термометр.

Для вимірювання швидкості руху повітря в лабораторній роботі використовуються чашковий (рис. 1.2, а) і крильчастий (рис. 1.2, б) анемометри.

Чашковий анемометр дозволяє визначити швидкість повітря в приміщенні по показанням шкали, розміщеної на корпусі приладу.

Чашковий анемометр служить для виміру швидкості руху повітря від 1 до 20 м/с. Звичайно чашкові анемометри застосовують при вимірах великих швидкостей (до 15-18 м/с) і в умовах часто змінних напрямів або турбулентних рухів повітря.

Крильчастий анемометр застосовується для вимірів невеликих швидкостей руху повітря від 0,5 до 10 м/с. Швидкість повітря в приміщенні за допомогою крильчастого анемометра визначається розрахунком по показникам циферблату приладу.

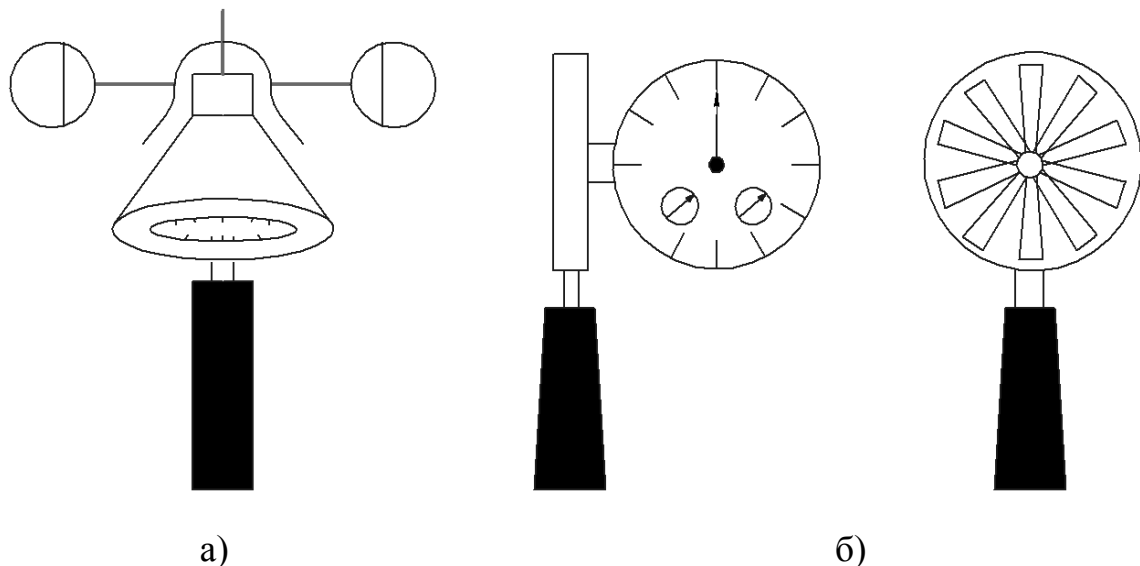


Рисунок 1.2 – Анемометри: а) чашковий; б) крильчастий

Порядок виконання лабораторної роботи

1. Визначити температуру повітря в приміщенні ртутним термометром.
2. Заміряти відносну вологість повітря в приміщенні з використанням аспіраційного психрометра.

2.1. Установити психрометр на стаціонарний штатив. Психрометр встановлюють за допомогою крюка підвісу, який угвинчують в стовпчик горизонтально так, щоб резервуари термометрів знаходилися на висоті 2 м від поверхні землі.

2.2. Ввести гумову піпетку з дистильованою водою до внутрішньої захисної трубки термометру й змочити батист на резервуарі. Змочують батист термометра взимку за 30 хв., влітку за 4 хв. до зняття свідчень термометрів. При швидкості вітру більше 3 м/с на аспіратор надівають з навітряного боку вітровий захист.

2.3. Завести майже до кінця вентилятор психрометра.

2.4. За 4 хвилини після пуску вентилятора зробити відлік температури оточуючого повітря по сухому і вологому термометрам. Відлік знімати з точністю до половини поділки шкали.

2.5. Використовуючи величини температур сухого й вологого термометрів визначають відносну вологість декількома способами – за психрометричним графіком і розрахунком за формулою.

2.6. Всі знайдені значення та результати розрахунків заносять до табл.1.3.

2.7. Порівняти отримані результати і зробити письмово висновки.

На психрометричному графіку (рис. 1.3) на верхній шкалі вказано температуру (вертикальні лінії відповідають температурі сухого термометру, діагональні – вологого термометру). На перехресті вимірних температур сухого й вологого термометрів визначають відносну вологість у відсотках по горизонтальним лініям.

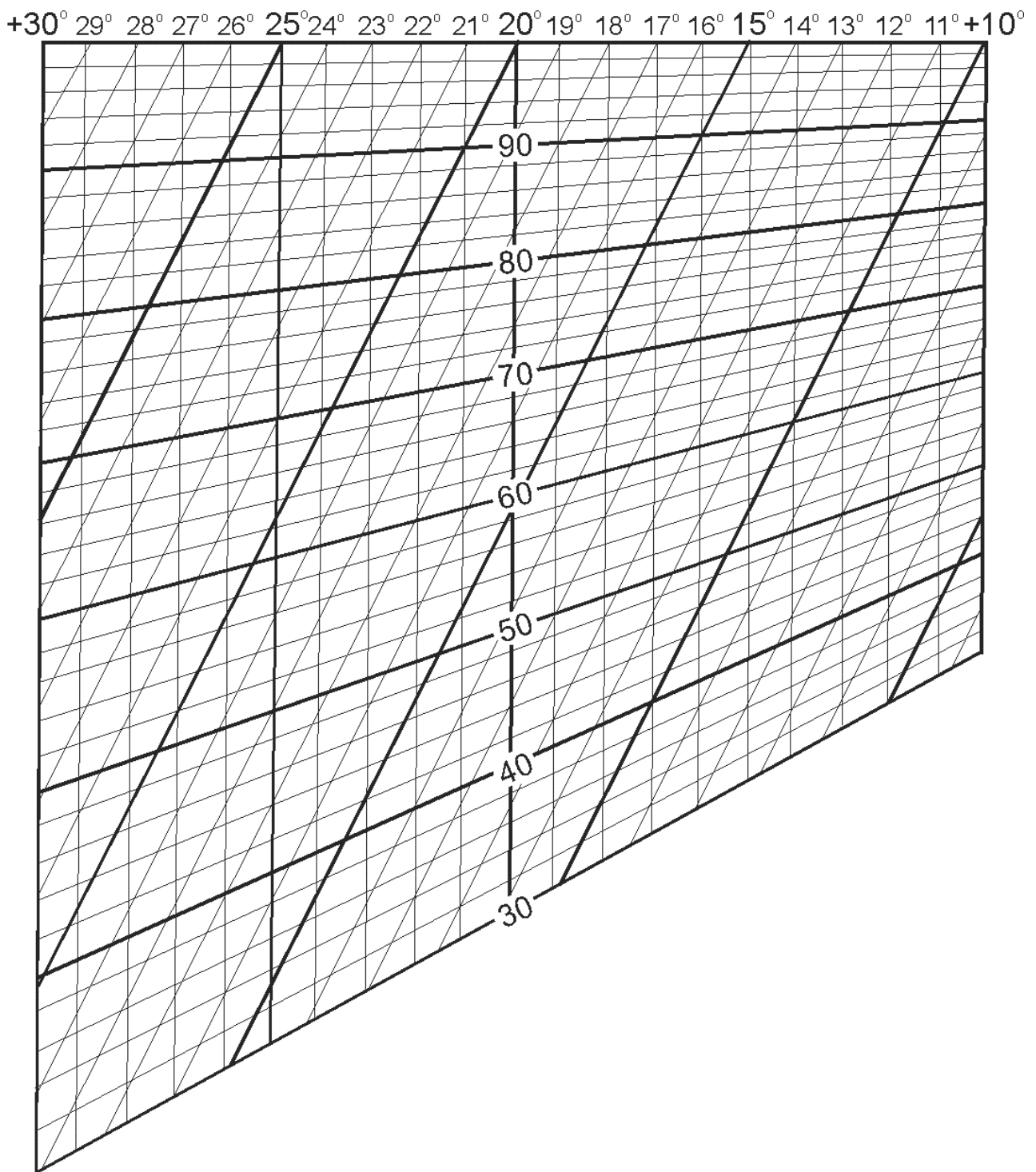


Рисунок 1.3 – Психрометричний графік

Відносну вологість для психрометра визначають за психрометричною формулою

$$\varphi = \frac{P_{в.нас} - A \cdot P_a (t_c - t_g)}{P_{с.нас}} \cdot 100\% \quad (1.2)$$

де $P_{в.нас}$, $P_{с.нас}$ – парціальний тиск насичених водяних парів при температурі відповідно мокрого й сухого термометрів, мм.рт.ст.; значення $P_{в.нас}$ і $P_{с.нас}$ визначають за таблицею насиченого пару 1.4;

A – психрометричний коефіцієнт, для аспіраційного психрометра дорівнює 0,000677;

P_a – дійсний барометричний тиск, мм.рт.ст.;

t_c , t_b – температура відповідно сухого й вологого термометрів, °С.

Таблиця 1.3 – Результати експериментальних вимірювань

| Показники | Значення |
|--|----------|
| Свідчення «сухого» термометра t_c , °С | |
| Свідчення «вологого» термометра t_b , °С | |
| Різниця температур ($t_c - t_b$), °С | |
| Барометричний тиск, Па / мм.рт.ст. | |
| Парціальний тиск насичених водяних парів при температурі мокрого термометру, $P_{в.нас}$, мм.рт.ст. | |
| Парціальний тиск насичених водяних парів при температурі сухого термометру, $P_{с.нас}$, мм.рт.ст. | |
| Відносна вологість φ , % | |
| Відносна вологість φ , % за психрометричним графіком | |

Таблиця 1.4 – Тиск насичених водяних парів

| Температура повітря, °С | Тиск насичених водяних парів, мм.рт.ст | Температура повітря, °С | Тиск насичених водяних парів, мм.рт.ст | Температура повітря, °С | Тиск насичених водяних парів, мм.рт.ст |
|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|
| +7 | 7,513 | +13 | 11,231 | +19 | 16,477 |
| +7,5 | 7,775 | +13,5 | 11,604 | +19,5 | 16,999 |
| +8 | 8,045 | +14 | 11,987 | +20 | 17,735 |
| +8,5 | 8,323 | +14,5 | 12,382 | +20,5 | 18,085 |
| +9 | 8,609 | +15 | 12,788 | +21 | 18,650 |
| +9,5 | 8,905 | +15,5 | 13,205 | +21,5 | 19,231 |
| +10 | 9,209 | +16 | 13,634 | +22 | 19,827 |
| +10,5 | 9,521 | +16,5 | 14,046 | +22,5 | 20,440 |
| +11 | 9,884 | +17 | 14,530 | +23 | 21,068 |
| +11,5 | 10,176 | +17,5 | 14,997 | +23,5 | 21,714 |
| +12 | 10,518 | +18 | 15,477 | +24 | 22,377 |
| +12,5 | 10,870 | +18,5 | 15,971 | +24,5 | 23,060 |

3. Визначити крильчатим і чашковими анемометрами швидкість руху повітря в приміщенні і місцях, заданих викладачем. Для визначення швидкості руху повітря крильчастим анемометром необхідно:

- записати свідчення стрілок приладу до вимірювання;
- вимірювання швидкості крильчастим анемометром виконується протягом 5 хвилин;
- записати свідчення стрілок приладу після вимірювання;
- різниця між свідченнями приладу до і після виміру, віднесена до секунд, протягом яких проводиться вимір, складає ціну ділення шкали анемометра, відповідну вимірюваній швидкості;
- знаючи ціну ділення по графіку, що додається до кожного приладу, визначають швидкість руху повітря (м/с).
- всі знайдені значення та результати розрахунків заносять до табл. 1.5.

4. Дані досліджень порівняти з нормами допустимих і оптимальних умов мікроклімату, приведеними в табл. 1.1, табл. 5.2 (ДСН 3.3.6.042-99), результати занести в таблицю 1.6. Письмово зробити висновки та запропонувати заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.

Таблиця 1.5 – Свідчення крильчастого анемометра

| Час зняття показань психрометра τ , хв. | Свідчення приладу до виміру, Π_1 | Свідчення приладу після виміру, Π_2 | Швидкість обертання, $\frac{ \Pi_1 - \Pi_2 }{60}$ | Швидкість руху повітря (за калібрувальним графіком), м/с |
|--|--------------------------------------|---|---|--|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| Середня величина швидкості руху повітря, м/с | | | | |

Таблиця 1.6 – Порівняння фактичних, оптимальних та допустимих метеорологічних факторів виробничих приміщень

| Параметри мікроклімату | Значення | | | Відхилення | |
|-----------------------------|----------|------------|-----------|------------------|-----------------|
| | фактичне | оптимальне | допустиме | від оптимального | від допустимого |
| Температура, °С | | | | | |
| Відносна вологість, % | | | | | |
| Швидкість руху повітря, м/с | | | | | |

Зміст звіту

1. Назва та мета роботи.
2. Короткі теоретичні відомості.
3. Опис приладів для виконання лабораторної роботи та їх схеми – рис.1.1, рис. 5.2.
4. Порядок виконання лабораторної роботи.
5. Таблиці експериментальних даних (табл. 1.3, 1.5, 1.6).
6. Висновки щодо стану мікроклімату в приміщенні. Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.

Контрольні запитання

1. Які основні параметри визначають мікроклімат виробничих і службових приміщень?
2. Оцініть вплив температури на терморегуляцію людини.
3. Як впливає швидкість руху повітря на стан людини влітку і взимку?
4. Що таке абсолютна та відносна вологість повітря?
5. Поясніть фізичний стан навколишнього середовища при 100% вологості.
6. Чи можна працювати взимку в неопалювальних приміщеннях і поза них?
7. Яким чином забезпечуються нормальні параметри мікроклімату?

5.2 Лабораторна робота № 2. «Дослідження захисного заземлення»

Мета роботи: ознайомлення з методами і засобами дослідження опору розтіканню струму в однорідному ґрунті від одиночних заземлювачів в залежності від їх геометричних розмірів, вимірювання опору розтіканню струму системи заземлювачів.

Короткі теоретичні відомості

Технічні заходи та засоби захисту при переході напруг на нормально неструмопровідні частини електроустановок. Захисне заземлення служить для запобігання небезпеки ураження людини електричним струмом при випадковому виникненні потенціалу на конструктивних частинах електроустановки, які нормативно не знаходяться під напругою.

Принцип дії захисного заземлення полягає в зниженні (до безпечних значень) напруги дотику, зумовленої «пробоем на корпус» в результаті порушення ізоляції. Це досягається шляхом зменшення потенціалу заземлення електроустановки, а також шляхом вирівнювання потенціалів за рахунок збільшення потенціалу основи, на якій стоїть людина, до потенціалу, який близький по величині до потенціалу устаткування, яке має заземлення.

Захисне заземлення застосовується в усіх трифазних тридротових мережах до 1000 В з будь-яким режимом нейтралі. Захисне заземлення є ефективним засобом захисту людини від ураження електричним струмом при «замиканні на

корпус». Захисне заземлення складається з горизонтальних і вертикальних електродів (заземлювачів), які електрично з'єднані в єдиний контур.

Відомо, що стікання струму в землю відбувається тільки через провідник, який знаходиться в безпосередньому контакті з землею. Окремий провідник, який знаходиться в контакті з землею називається одиночним заземлювачем або електродом. Якщо заземлювач складається з декількох електродів, які з'єднані між собою, то він називається груповим або складним заземлювачем.

Причинами стікання струму в землю є замикання частини, яка веде струм, на корпус, який має заземлення, падіння дроту на землю, використання землі в якості дроту і т.д. В усіх випадках відбувається різке зниження потенціалу (φ) заземленої частини, яка веде струм, до значення, яке дорівнює добутку струму (I_3), який стікає в землю, на опір (R_3) заземлювача розтіканню струму, тобто

$$\varphi = I_3 \cdot R_3, \text{ Ом} \quad (2.1)$$

Опір заземлювача розтіканню струму складається з трьох частин: опір самого заземлювача, перехідного опору між заземлювачем і ґрунтом, опір ґрунту. Дві перші частини, в порівнянні з третьою, досить малі, тому під опором заземлювача розтіканню струму розуміють опір ґрунту розтіканню струму.

Оскільки щільність струму в землі на відстані більше ніж 20 метрів від заземлювача досить мала, то можна вважати, що опір стікаючому з заземлювача струму робить тільки відповідний об'єм землі, наприклад, при одиночному напівкульовому теоретичному заземлювачі, який розташований на поверхні землі, це буде напівсфера, яка має радіус 20 метрів. Однак, при різних формах і розмірах одиночного заземлювача, опір цього об'єму ґрунту різний. Так, для стержневого електрода, який забитий вертикально (рис. 2.1, а), опір розтіканню струму може бути визначений із наступного виразу

$$R = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{4\ell}{d}, \text{ Ом} \quad (2.2)$$

де ℓ – довжина електрода, см

d – діаметр електрода, см

ρ – питомий опір ґрунту, Ом·см.

Для найбільш часто застосовуваних електродів – вертикального стержневого заглибленого в землю на деяку глибину (рис. 2.1, б) і горизонтального смугового, який укладено на деякій глибині паралельно поверхні землі (рис. 5.1, в), опір розтіканню струму знаходиться із виразу:

- для вертикального

$$R = \frac{\rho}{2\pi\ell} \left(\ln \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + \ell}{4t - \ell} \right), \text{ Ом} \quad (2.3)$$

де t – заглиблення електрода, тобто відстань від поверхні землі до середини електрода, см

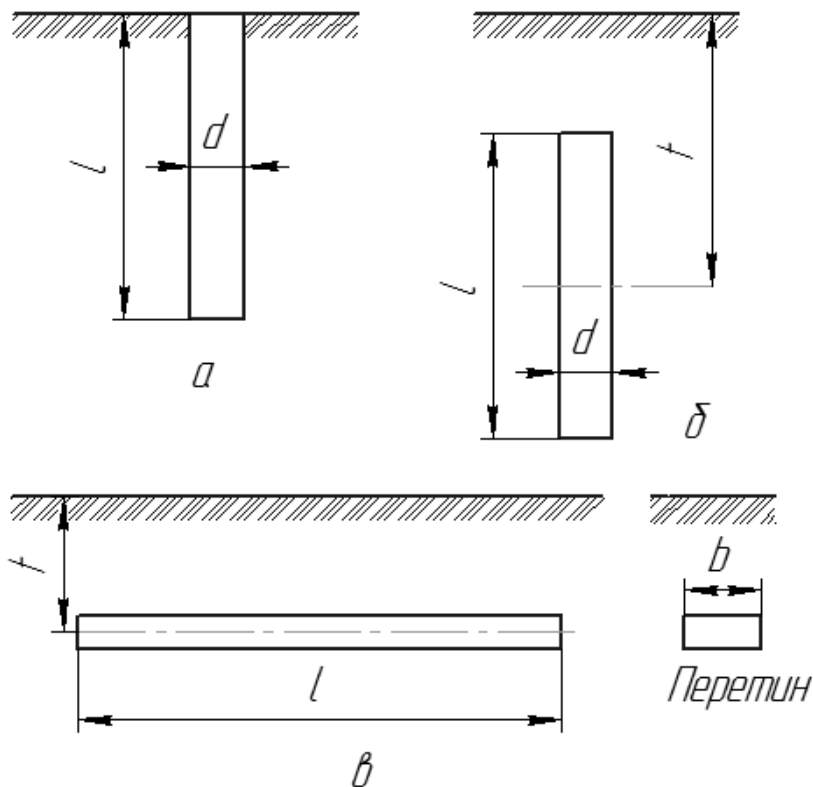
- для горизонтального

$$R = \frac{\rho}{2\pi\ell} \cdot \ln \frac{2\ell^2}{b \cdot t}, \text{ Ом} \quad (2.4)$$

де t – заглиблення смуги, см;

ℓ – довжина смуги, см;

b – ширина смуги, см.



а – стержневий вертикальний на поверхні землі;

б – стержневий вертикальний занурений;

в - горизонтальний смуговий занурений

Рисунок 2.1 – Типи одиночних заземлювачів (електродів)

З рівнянь (2.2), (2.3) і (2.4) видно, що опір заземлювача розтіканню струму прямопропорційний питомому опорю ґрунту ρ . Значення ρ коливається в широких межах від десятків $\text{Ом}\cdot\text{см}$ до десятків тисяч $\text{Ом}\cdot\text{см}$, оскільки воно

залежить від багатьох факторів: вологості ґрунту, температури, роду ґрунту, ступеня його ущільненості, пори року.

Абсолютно сухий ґрунт є досить поганим провідником струму. Щонайменше зволоження різко знижує його опір. Добре проводить струм і довго затримує вологу глина, тому в глинистому ґрунті якісне заземлення виконати легше, ніж в інших ґрунтах, вартість його менше і працює це заземлення надійніше і довше.

Піщаний ґрунт погано проводить струм і практично не утримує вологу. Саме тому в піщаних ґрунтах заземлення працює погано, тобто питомий опір його може різко збільшитись при незначній зміні погодних умов. Чорнозем і інші ґрунти займають приблизно середнє положення між глинистим ґрунтом і піщаним. Питомі опори ряду ґрунтів приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Питомі опори ґрунтів

| № п/п | Найменування ґрунту | Питомий опір, Ом·см | № п/п | Найменування ґрунту | Питомий опір, Ом·см |
|-------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|---------------------|
| 1. | Глина | $0,6 \cdot 10^4$ | 4. | Супесь | $3,0 \cdot 10^4$ |
| 2. | Суглинок | $0,8 \cdot 10^4$ | 5. | Кам'янистий | $2,0 \cdot 10^4$ |
| 3. | Пісок | $7,0 \cdot 10^4$ | 6. | Змішаний | $1,0 \cdot 10^4$ |

Електрозахисні засоби та запобіжні пристосування. Електрозахисними засобами називаються вироби, що переносяться та перевозяться і слугують для захисту людей, які працюють з електроустановками, від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги та електромагнітного поля.

Електрозахисні засоби поділяються на **ізолювальні** (ізолювальні штанги, кліщі, накладки, діелектричні рукавички тощо), **огороджувальні** (огородження, щитки, ширми, плакати) та **запобіжні** (окуляри, каски, запобіжні пояси, рукавиці для захисту рук).

Ізолювальні електрозахисні засоби призначені для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою та від землі, якщо людина одночасно доторкається до землі чи заземлених частин електроустановок та струмопровідних частин чи металевих конструктивних елементів (корпусів), які опинилися під напругою.

Розрізняють основні та додаткові ізолювальні електрозахисні засоби. До основних належать такі електрозахисні засоби, ізоляція яких протягом тривалого часу витримує робочу напругу електроустановки, і тому ними дозволяється доторкатись до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою: при роботах у електроустановках з напругою до 1000 В – діелектричні рукавички, ізолювальні штанги, інструменти з ізолюваними ручками, струмовимірвальні кліщі; а при роботі в електроустановках напругою понад 1000 В – ізолювальні штанги, струмовимірвальні та ізолювальні кліщі, покажчики напруги (рис. 2.2).

Додаткові ізолювальні захисні засоби мають недостатні ізолювальні властивості, тому призначені лише для підсилення захисної дії основних засобів, разом з якими вони і застосовуються. До них належать: при роботах у електроустановках з напругою до 1000 В – діелектричні калоші, килимки, ізолювальні підставки; при роботах у електроустановках з напругою понад 1000 В – діелектричні рукавички, боти, килимки, ізолювальні підставки (рис. 2.2).

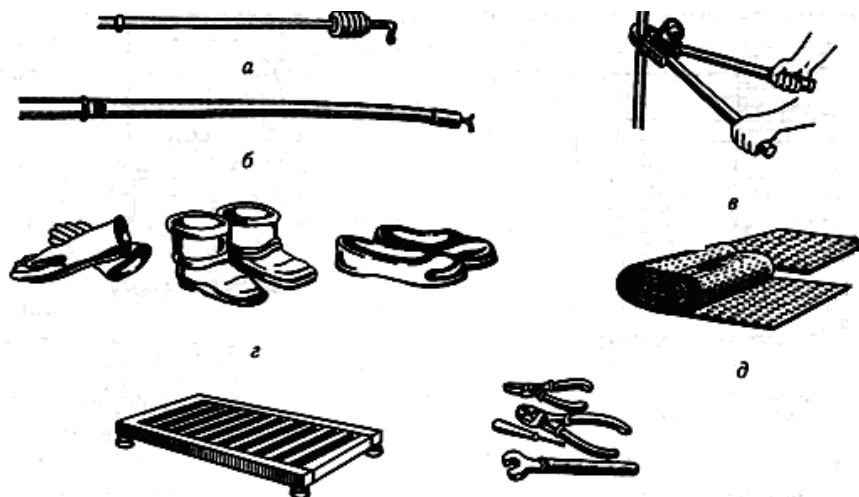


Рисунок 2.2 – Ізолювальні електрозахисні засоби: а – ізолювальна штанга; б – показчик напруги; в – струмовимірювальні кліщі; г – діелектричні рукавички, боти, калоші; д – гумові килимки та доріжки; е – інструменти з ізолюваними ручками/

У разі застосування основних електрозахисних засобів достатньо використовувати один додатковий засіб. При захисті працівників від напруги кроку досить використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів.

В таблицях 2.2 і 2.3 наведено перелік деяких основних і додаткових електрозахисних засобів залежно від величини напруги електроустановки.

Таблиця 2.2 – Основні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

| До 1000 В включно | Понад 1000 В |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Ізолювальні штанги - Ізолювальні кліщі - Електровимірювальні кліщі - Показчики напруги - Діелектричні рукавички - Інструмент з ізолювальним покриттям | <ul style="list-style-type: none"> - Ізолювальні штанги всіх видів - Ізолювальні кліщі - Електровимірювальні кліщі - Показчики напруги - Пристрої для створення безпечних умов праці під час проведення випробувань і вимірювань в електроустановках (показчики напруги для фазування, показчики пошкодження кабелів та ін.) |

Таблиця 2.3 – Додаткові електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

| До 1000 В включно | Понад 1000 В |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Діелектричне взуття - Діелектричні килими - Ізолювальні підставки - Ізолювальні накладки - Ізолювальні ковпаки - Сигналізатори напруги - Захисні огороження (щити, ширми) - Переносні заземлення - Плакати і знаки безпеки - Інші засоби захисту | <ul style="list-style-type: none"> - Діелектричні рукавички - Діелектричне взуття - Діелектричні килими - Ізолювальні підставки - Ізолювальні накладки - Ізолювальні ковпаки - Штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу - Сигналізатори напруги - Захисні огороження (щити, ширми) - Переносні заземлення - Плакати і знаки безпеки - Інші засоби захисту |

Крім наведених в таблицях 2.2 і 2.3 засобів захисту, в електроустановках повинні застосовуватися такі засоби індивідуального захисту:

- захисні каски – для захисту голови;
- захисні окуляри і щитки – для захисту очей і обличчя;
- протигази і респіратори – для захисту органів дихання;
- рукавиці – для захисту рук;
- запобіжні пояси та страхувальні канати.

Для захисту працівників при виконанні робіт в умовах електричного поля, параметри якого перевищують допустимі, застосовуються індивідуальні екранувальні комплекти одягу та екранувальні пристрої.

Огороджувальні електрозахисні засоби призначені для тимчасового огороження струмопровідних частин (щити, бар'єри, переносні огорожі), а також для заземлення вимкнених струмопровідних частин з метою запобігання ураження струмом при випадковій появі напруги (тимчасове заземлення).

Запобіжні електрозахисні засоби та пристосування призначені для захисту персоналу від випадкового падіння з висоти (запобіжні пояси); для забезпечення безпечного піднімання на висоту (драбини, «кігті»), для захисту від світлової, теплової механічної дії електричної дуги (захисні окуляри, щитки, спецодяг, рукавички тощо).

Електрозахисні засоби застосовуються в закритих електроустановках без будь-яких погодних обмежень, а у відкритих електроустановках і на повітряних лініях – тільки в суху погоду, за відсутності наморозі, мряки, опадів.

Ізолювальні електрозахисні засоби необхідно застосовувати за їх прямим призначенням згідно з вимогами Правил і тільки за напруги, що не перевищує ту, на яку вони розраховані.

В електроустановках напругою від 1 до 35 кВ ізолювальні штанги (крім вимірювальних), переносні заземлення, штанги, пирососи, покажчики напруги, ізолювальні та вимірювальні кліщі застосовуються тільки в комплекті з додатковими засобами захисту – діелектричними рукавичками. При більших значеннях напруги застосування діелектричних рукавичок повинно регламентуватися інструкціями з експлуатації ізолювальних штанг.

При використанні ізолювальних електрозахисних засобів необхідно тримати їх за рукоятки до обмежувального кільця на них, на витягнутих руках, не допускати наближення ізолювальної частини цих засобів до струмоведучих елементів інших фаз установки на небезпечну відстань, регламентовану Правилами безпечної експлуатації електроустановок.

У разі заміни запобіжників за допомогою ізолювальних кліщів крім діелектричних рукавичок необхідно застосовувати захисні окуляри.

Перед кожним застосуванням в електроустановках покажчиків напруги їх справність необхідно перевіряти на струмоведучих частинах, які завідомо перебувають під напругою, користуючись при цьому діелектричними рукавичками. При перевірці справності однополюсних покажчиків напруги забороняється застосовувати діелектричні рукавички, що обумовлюється конструкцією і принципом роботи цих покажчиків.

Виконувати роботи в електроустановках з використанням діелектричних штанг, кліщів і подібних їм інших засобів захисту необхідно з землі, підлоги або безпечних стійких інвентарних конструкцій – стаціонарних чи пересувних площадок, з драбин тощо, які за конструкцією мають відповідати чинним технічним умовам на їх виготовлення.

Опис і технічна характеристика експериментальної установки

Для дослідження опору розтіканню струму окремих заземлювачів і системи заземлення, в землю поміщені в один ряд заземлювачі, у якості яких використані 10 металевих труб (рис. 2.3-2.5). З рисунку видно, що заземлювачі № 1-4 мають довжину, рівну 2,0 м, і діаметри рівні 32, 42, 50 і 76 мм відповідно. Заземлювачі № 5-8 мають довжину 2,0 м, 1,5 м, 1,0 м і 0,5 м відповідно і однаковий діаметр, рівний 27 мм. Заземлювачі №9 і №10, що мають довжину 1,5 м і діаметр 27 мм, використовуються для створення електричного ланцюга при вимірі приладом – вимірником опору заземлення. Для визначення розрахункового питомого опору ґрунту використовується заземлювач, що має довжину 2,0 м і діаметр 32 мм. Всі заземлювачі № 1-10 підключені за допомогою сполучних дротів до клем і багатокрапкових перемикачів лабораторного щита. Як вимірювальний прилад використовується вимірник заземлення М 416. Вимір опору заземлення приладом М 416 засновано на компенсаційному методі із застосуванням допоміжного заземлювача і потенційного електроду (зонда).

Прилад М 416 складається з трьох функціональних вузлів: джерела постійної напруги; перетворювача постійного струму в змінний (генератор); вимірювального пристрою.

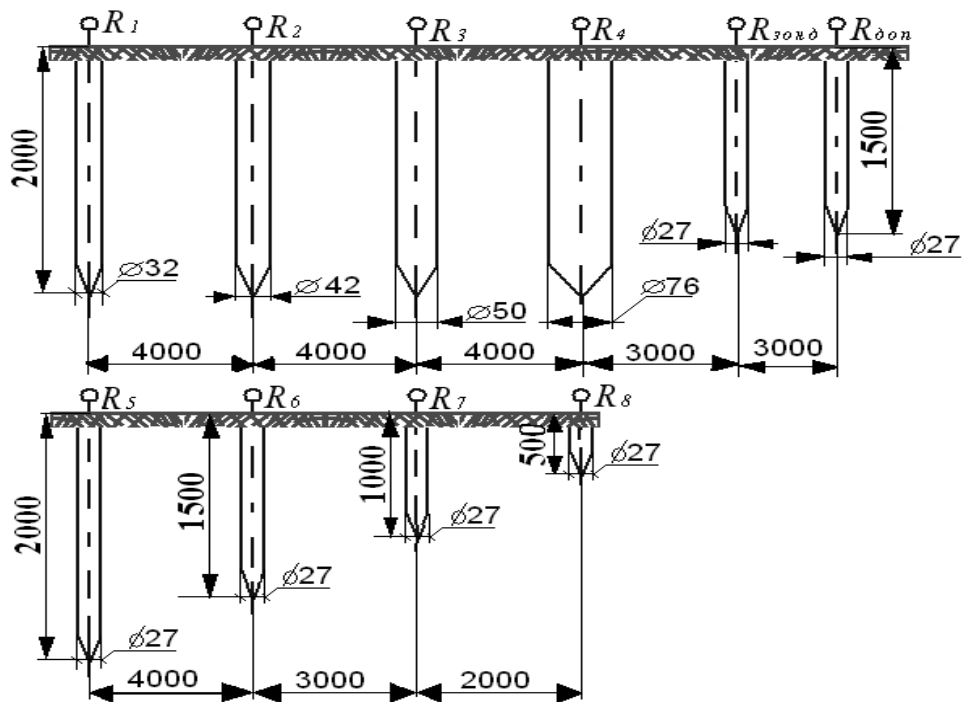


Рисунок 2.3 - Визначення опору заземлення одиночних вертикальних заземлювачів в залежності від діаметра і довжини електродів

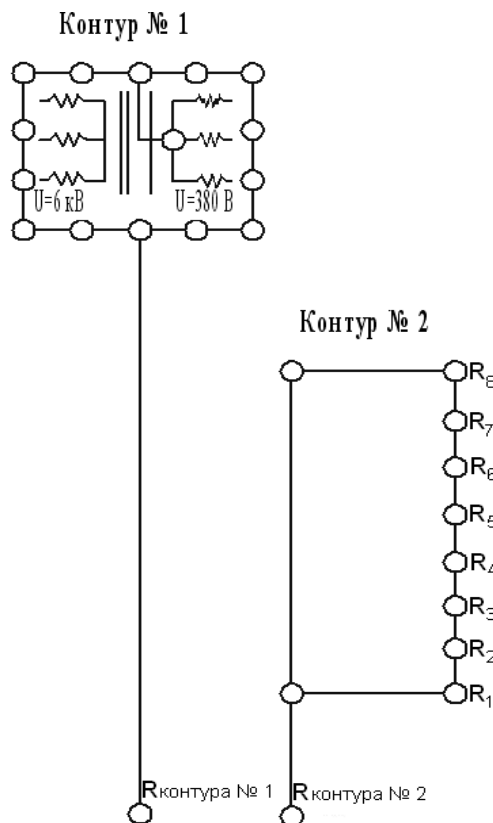


Рисунок 2.4 - Визначення опору заземлення в складному контурі заземлювача

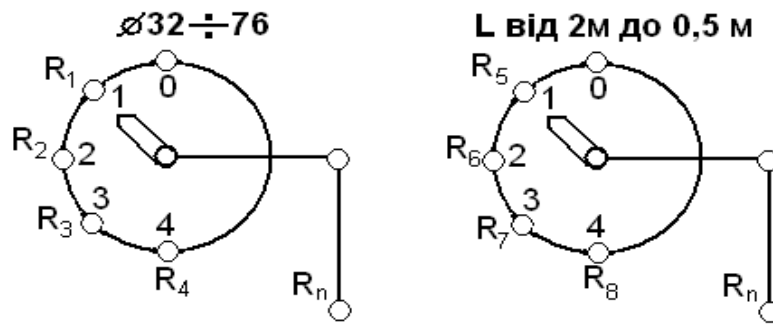


Рисунок 2.5 - Підключення приладу М-416 для вимірювання опору заземлення відбувається по трьохзатискній схемі

Для підключення вимірюваного опору, допоміжного заземлювача і струмового зонда на приладі є чотири затиски, позначені цифрами 1, 2, 3, 4. Для виміру

великих величин опору заземлення затиски 1 і 2 сполучають перемичкою і прилад підключають до вимірюваного об'єкту.

При точних вимірах знімають перемичку із затисків 1 і 2 і прилад підключають до вимірюваного об'єкту.

Порядок виконання

1. Провести вимірювання опору розтіканню струму кожного з чотирьох електродів різного діаметру. При цьому прилад М-416 під'єднати за допомогою дротів до чотирьохкраткового перемикача № 1. Прилад М-416 підключається по трьохзатискній схемі. Клеми № 3 і № 4 на лабораторному щиті підключаються до затискачів приладу № 3 і № 4. Колодку роз'єму з набором перемичок контура № 2 вимкнути. Зняти показання приладу.

2. Користуючись формулою (2.2) і значенням питомого опору ґрунту з табл. 2.1, визначаємо розрахункове значення опору розтіканню струму для електродів діаметром 32, 42, 50 і 76 мм. Результати експериментальних вимірювань $R_{\text{експ}}$ і розрахункових $R_{\text{розн}}$ занести в табл. 2.4.

3. Провести вимірювання опору розтіканню струму кожного з чотирьох електродів різної довжини. При цьому прилад М-416 під'єднати за допомогою дротів до чотирьохкраткового перемикача № 2. Прилад М-416 підключається по трьохзатискній схемі. Клеми № 3 і № 4 на лабораторному щиті підключаються до затискачів приладу № 3 і № 4. Колодку роз'єму з набором перемичок контура № 2 вимкнути. Зняти показання приладу.

4. Користуючись формулою (2.2) і значенням питомого опору ґрунту з табл. 2.1, визначаємо розрахункове значення опору розтіканню струму для електродів довжиною 2 м, 1,5 м, 1 м і 0,5 м. Результати експериментальних вимірювань $R_{\text{експ}}$ і розрахункових $R_{\text{розн}}$ занести в табл. 2.4.

5. Побудувати графіки залежностей $R = f(d)$, $m = f(d)$, $R = f(l)$, $m = f(l)$.

6. Підключити прилад М-416 до контурів № 1 і № 2 (підключення здійснюється по пунктах 1 і 3). Колодку роз'єму з набором перемичок контуру № 2 ввімкнути.

7. Так як на експериментальному контурі, який складається з 8 електродів, не досягається величина опору розтіканню струму 4 Ом і менше, то розраховується кількість вертикальних заземлювачів, які необхідні для замкнутого складного контуру, по наступній формулі

$$m = \frac{R_{експ.}}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot R_{конт.}}, шт \quad (2.5)$$

де $R_{експ.}$ – опір розтіканню струму одиночного заземлювача, який отримано в лабораторних дослідженнях, Ом;

$R_{конт.}$ – опір розтіканню струму складного контуру, величина якого по Правилам пристрою електроустановок (ППЕ) не має перевищувати 4 Ом;

η_1 – коефіцієнт, який враховує взаємоекранування заземлювачів, приймається рівним 0,74;

η_2 – коефіцієнт, який враховує взаємоекранування заземлювачів зі смугою, яка з'єднує заземлювачі, приймається рівним 0,9.

Таблиця 2.4 – Результати експериментальних вимірювань

| № заземлювача | Діаметр (d), мм | Довжина (ℓ), м | Опір розтіканню струму (R), Ом | | Кількість вертикальних заземлювачів у замкнутому контурі, шт |
|---------------|---|-----------------------|------------------------------------|---------------------------|--|
| | | | виміряне ($R_{експ.}$) | обчислене ($R_{розн.}$) | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | 32 | 2 | | | |
| 2. | 42 | 2 | | | |
| 3. | 50 | 2 | | | |
| 4. | 76 | 2 | | | |
| 5. | 27 | 0,5 | | | |
| 6. | 27 | 1 | | | |
| 7. | 27 | 1,5 | | | |
| 8. | 27 | 2 | | | |
| Контур | Опір розтіканню струму замкнутого контуру заземлювача | | | | |
| № 1 | $R =$ | | | | |
| № 2 | $R =$ | | | | |

Зміст звіту

Звіт про лабораторну роботу повинен містити теоретичні відомості, схему експериментальної установки і табличні дані. Зокрема звіт повинен, містити:

1. Результати вимірів і розрахунків опорів розтіканню струму заземлювачів та кількості вертикальних заземлювачів (табл. 2.4).
2. Графіки залежностей $R = f(d)$, $m = f(d)$ і $R = f(l)$, $m = f(l)$.
3. Виводи про вплив діаметру і довжини електродів на їх опір розтіканню струму і про доцільні розміри електродів з технічної і економічної сторін.

Контрольні питання

1. Призначення захисного заземлення?
2. Принцип дії захисного заземлення?
3. Назвіть основні типи заземлювачів?
4. З яких частин складається опір заземлювача розтіканню струму?
5. Запобіжні електрозахисні засоби та пристосування.
6. Визначення кількості вертикальних заземлювачів, які необхідні для замкнутого складного контуру.

5.3 Лабораторна робота № 3. «Визначення температури спалаху розчину етанолу в закритому тиглі»

Мета роботи: ознайомитися з пожежонебезпечними властивостями горючих рідин, які впливають на визначення категорій виробництв по вибухопожежній небезпеці.

Короткі теоретичні відомості

Для оцінки пожежної небезпеки того або іншого технологічного процесу і в цілому виробництва необхідно знати, які вогнебезпечні речовини або суміші і в якій кількості використовуються, з чого їх отримують або вони можуть утворюватися в процесі виробництва усередині апаратів, за яких умов і по яких причинах вони можуть виявитися поза ними.

Важливе значення при цьому мають пожежонебезпечні властивості вживаних речовин, зокрема рідин.

Більшість рідин, що згорають, більш пожежонебезпечні, ніж тверді горючі матеріали і речовини, оскільки вони легше запалюються, інтенсивніше горять, утворюють вибухові пароповітряні суміші і погано піддаються гасінню водою.

Про схильність рідин до спалаху судять в основному по температурах спалаху і займання, його концентраційних і температурних межах. При цьому температура спалаху прийнята за основу класифікації рідин по мірі їх пожежної небезпеки.

Горінням називають екзотермічну реакцію, яка відбувається в умовах її

прогресивного самоприскорення. Горіння може відбуватися як в результаті хімічної реакції сполучення, так і розпаду речовин не тільки при сполученні з киснем повітря, але і з речовинами, які вміщують його в собі (наприклад, вапно). Горіння багатьох речовин може відбуватися в середовищі хлору, парів бром, сірки. Процес виникнення горіння підрозділяється на декілька видів: спалах, займання, запалення, самозаймання, самозапалення, вибух. Початковим фізико-хімічним процесом виникнення горіння є, спалах горючих рідин.

Спалах - це швидке згоряння горючої речовини, яке не супроводжується утворенням стисненого газу. Спалах горючих рідин відбувається при певній температурі, яка називається температурою спалаху.

Температура спалаху - це найменша температура концентрованої речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюється пара, що здатна спалахувати в повітрі від джерела запалювання; стійке горіння при цьому не виникає.

Нижче температури спалахування рідина не становить пожежної небезпеки в разі короткочасної дії полум'я, іскри або розжареного тіла. Якщо рідина нагріта до температури спалахування і вище, то навіть короткочасна дія на її пару полум'я або іскри неминуче викличе її займання, і за певних умов може виникнути пожежа.

Температура спалаху, як вказувалося раніше, характеризує міру горючості пожежонебезпечних рідин. По цьому показнику всі рідини, які при відкритому зберіганні здатні без попереднього нагріву запалати при короткочасній дії джерела запалення невеликої енергії, підрозділені на три розряди і називаються **легкозаймистими рідинами (ЛЗР)**:

I розряд – особливо небезпечні ЛЗР (температура спалаху - 18 °С і нижче в закритому тиглі або -13 °С і нижче у відкритому тиглі);

II розряд – постійно небезпечні ЛЗР (температура спалаху -18...+23 °С в закритому тиглі або – 13...+27 °С у відкритому тиглі).

III розряд – небезпечні при підвищеній температурі повітря ЛЗР (температура спалаху 23...61 °С у закритому тиглі або 27...66 °С у відкритому тиглі).

Дана класифікація широко використовується при розробці протипожежних заходів для зберігання і використання легкозаймистих рідин.

Згідно ГОСТ 12.1.044-89, к легкозаймистим відносяться рідини з температурою спалаху до 61 °С у закритому тиглі або до 66 °С у відкритому тиглі. Рідини з температурою спалаху вище вказаною відносяться до горючих.

Приблизно температуру спалаху парів рідини в закритому тиглі можна визначити теоретично, розрахувавши її по формулі

$$t_{cn}^{meop} = t_k - 18\sqrt{K}, \quad (3.1)$$

де t_k - температура кипіння рідини, °С;

K - коефіцієнт горючості (при $K < 0$ рідина не горить, при $K > 0$ рідина горить).

$$K = 4 \cdot N_C + 1 \cdot N_H + 1 \cdot N_N + 4 \cdot N_S - 2 \cdot N_O - 2 \cdot N_{Cl} - 3 \cdot N_F - 5 \cdot N_{Br}, \quad (3.2)$$

де N_C , N_H , N_S і т.д. – число атомів відповідних елементів, що входять до складу молекули рідини.

Для рідин з невизначеним хімічним складом температуру спалаху визначають по рівнянню

$$t_{cn}^{meop} = 0,82T_k - 86 \quad (3.3)$$

Залежно від температури спалаху необхідно вибирати безпечні методи транспортування, збереження і застосування рідини для різних цілей. При температурі спалаху стійке горіння не виникає, а згорає тільки утворена над рідиною суміш парів з повітрям. Якщо температура рідини трохи вища за температуру спалаху, швидкість випаровування її з відкритої поверхні підвищується, і в момент спалаху суміші рідина здатна виділяти безперервно пару в достатній кількості для стійкого горіння. Таку температуру називають **температурою запалення**. Це - найменша температура речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючу пару і гази з такою швидкістю, що при дії на них джерела енергії відбувається їхнє запалювання.

Запалення - це займання, яке супроводжується появою полум'я.

У легкозаймистих рідин температура запалення вища температури спалаху на 1-5°C, до того ж, чим нижча температура спалаху рідини, тим менша ця різниця. Так, у бензолу, ацетону, які мають температуру спалаху нижчу від нуля, ця різниця дорівнює 1°C, у горючих рідин - ця різниця доходить до 30°C і вище.

Самозаймання — це різке збільшення швидкості екзотермічних об'ємних реакцій, яке призводить до різкого підвищення температури і до виникнення горіння речовин при відсутності джерела запалювання.

Самозапаленням називається самозаймання, що супроводжується появою полум'я. Горіння може супроводжуватися пожежею та вибухом.

Пожежа - це неконтрольований процес горіння, який завдає матеріального збитку.

Вибухом називається швидке екзотермічне хімічне перетворення вибухонебезпечного середовища, яке супроводжується виділенням енергії й утворенням стиснутих газів, здатних виконувати роботу.

Схема і опис експериментальної установки

Температуру спалаху найчастіше визначають за допомогою приладів відкритого або закритого типу, тобто у відкритому або закритому тиглі залежно від пожежонебезпечних властивостей рідин.

Температуру спалаху в закритому тиглі визначають приладом Мартенс-Пенського (ДСТУ ISO 2719:2006). Даний прилад (рис. 3.1) призначений для

визначення температури спалаху нафтопродуктів в закритому тиглі з електричним нагрівом по методу, вказаному в ДСТУ ISO 2719:2006.

Тигель 1 з гнізда ванни виймають рогацем. Для цієї мети на фланці укріплено два гачки. На внутрішній поверхні тигля є круговий уступ - показчик рівня розчину етанолу. Внизу ванни 11 є гвинт для заземлення приладу.

У кришці тигля 6 розташовані: заслінка 3 з механізмом її переміщення, запальна лампочка 5, патрубок для термометра 9 і мішалка 10 з гнучким валиком 7. У кришці прорізані три отвори трапецевидної форми. У неробочому положенні вони закриваються заслінкою з двома отворами, які відповідають середньому і боковому отворам кришки. При обертанні заслінки рукояткою 8 відкриваються бічні отвори кришки, а зубець 4 упирається в нижню частину лампочки, нахилиючи її до отвору в кришці.

Повернення заслінки і лампочки в первинне положення відбувається під дією пружини, що знаходиться в рукоятці переміщення заслінки.

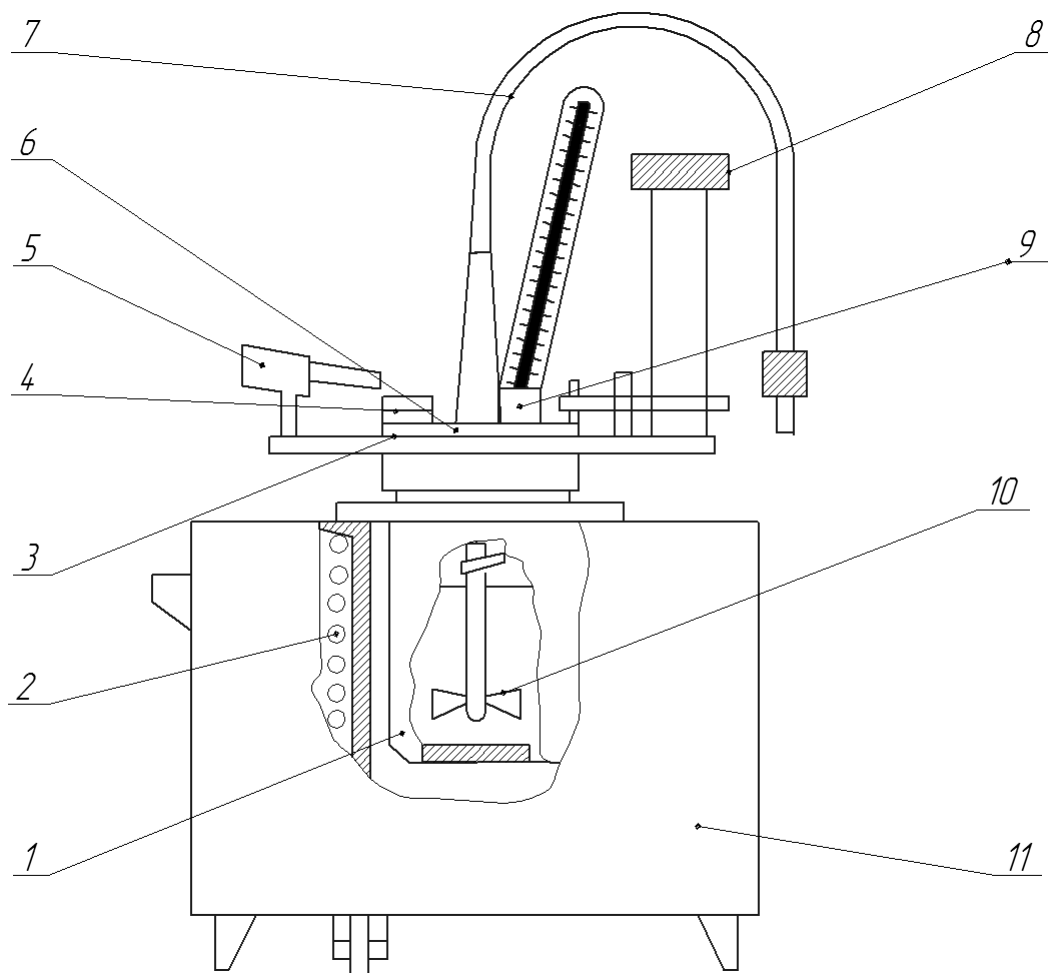


Рисунок 3.1 – Схема експериментальної установки для визначення температури спалаху нафтопродуктів в закритому тиглі

Для перемішування розчину етанолу і що утворюється над його поверхнею суміші пари з повітрям служить мішалка 10, яка є стержнем з укріпленими на ньому двома парами лопастей. Нижня пара лопастей перемішує розчин етилового спирту, верхня - суміш пари етилового спирту з повітрям.

Верхній кінець стержня мішалки прикріплений до гнучкого валика з рукояткою для обертання вручну або за допомогою електродвигуна, який повинен забезпечити обертання лопастей з швидкістю 60 ± 15 об/хв.

Ванна 11 складається з електричного нагрівача 2, поміщеного усередині корпусу з кришкою. Кришка має в центрі отвір для установки тигля в стакан нагрівача.

Порядок виконання лабораторної роботи

Зразок продукту перед випробуванням перемішують протягом 5 хв. струшуванням в склянці, заповненої не більш, ніж на $2/3$ її об'єму. Зразки продуктів, що мають температуру спалаху нижче 50 °С, охолоджують до температури, яка не менше, чим на 17 °С нижче передбачуваної температури спалаху.

Зразки дуже в'язких і твердих продуктів перед випробуванням нагрівають до достатньої текучості, але не вище за температуру, яка на 17 °С нижче передбачуваної температури спалаху.

Зразки розчину етилового спирту, що містять воду в кількості більше $0,05\%$, зневоднюють обробкою їх свіжопрожареними і охолодженими хлористим натрієм або хлористим кальцієм або фільтруванням через фільтрувальний папір, після цього на випробування беруть верхній шар. При необхідності (в разі вмісту в зразку води) допускається нетривалий нагрів зразка, але не вище за температуру, яка на 17 °С нижче передбачуваної температури спалаху.

Якщо передбачається, що зразок нафтопродукту містить летучі домішки, то попередній нагрів зразків виключають і на випробування беруть верхній шар.

Прилад встановлюють на рівному стійкому столі в такому місці, де немає помітного руху повітря і настільки темно, що спалах добре видно. Для захисту від руху повітря прилад оточений екраном.

Перевіряють правильність електромонтажу і встановлюють рукоятку регулятора напруги на нульову відмітку. На момент перевірки температури спалаху вимикають вентиляцію приміщення.

Тигель і кришку приладу промивають розчинником, висушують, видаляючи всі сліди розчинника, і охолоджують до температури, яка не менше, чим на 17 °С нижче передбачуваної температури спалаху.

При випробуванні продуктів з температурою спалаху до 50 °С нагрівальну ванну охолоджують до температури доквілля. Тигель повинен мати температуру зразка, який підготовлений для досвіду відповідно до розд. 4.

Випробувальний продукт наливають в тигель до мітки, не допускаючи змочування стінок тигля вище за неї. Тигель закривають кришкою, встановлюють в нагрівальну ванну, вставляють термометр і запалюють

лампочку, регулюючи полум'я так, щоб форма його була близькою до кулі, діаметр якої 3...4 мм.

Нагрівальну ванну включають і нагрівають випробовуваний продукт в тиглі. Перемішують продукт. Нагрівання виробляють таким чином:

– при випробуванні продуктів з температурою спалаху до 50 °С за 40...60 сек.;

– при випробуванні продуктів з температурою спалаху понад 50 °С -5...6 °С за 60 сек. (1 °С за 10...12 сек.).

Випробування на спалах починають проводити для продуктів з температурою спалаху до 50 °С - не більш, ніж за 10 °С до передбачуваної температури спалаху.

Випробування на спалах проводять при підвищенні температури на кожен 1 °С для продуктів з температурою спалаху до 104 °С і на кожних 2 °С для продуктів з температурою спалаху вище 104 °С.

У момент випробування на спалах перемішування припиняють, наводять в дію розташований на кришці механізм, який відкриває заслінку і спускає полум'я. При цьому полум'я опускають в паровий простір за 0,5 с, залишають його в самому нижньому положенні на 1с і піднімають у верхнє положення.

За температуру спалаху кожного визначення приймають свідчення термометра у момент чіткої появи першого синього полум'я над поверхнею продукту усередині приладу. При появі неясного спалаху вона повинна бути підтверджена подальшим спалахом при підвищенні температури на 1 або 2 °С. Якщо при цьому спалаху не станеться, випробування повторюють знов.

Пожежонебезпечні властивості етилового спирту наведені у таблиці 3.2.

Для виконання лабораторної роботи застосовуються розчини етилового спирту (СН₃СН₂ОН) у дистильованій воді (таблиця 3.3).

Таблиця 3.1- Допустима різниця отриманих значень

| | | |
|---------------------------|----------|---|
| Температура спалаху, °С | До 104 | 2 |
| Допустима розбіжність, °С | Вище 104 | 6 |

Таблиця 3.2 – Пожежонебезпечні властивості етилового спирту

| ЛЗР | Щільність, кг/м ³ | Температура кипіння, °С | Температура спалаху, °С | Мінімальна температура самозаймання, °С |
|--|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---|
| Етиловий спирт, СН ₃ СН ₂ ОН | 789,3 | 78,37 | 13 (у закритому тиглі) | 365 |
| Етиловий спирт, СН ₃ СН ₂ ОН | 789,3 | 78,37 | 21 (у відкритому тиглі) | 365 |

Таблиця 3.3 – Фізичні властивості етилового спирту

| Концентрація, % | Щільність, кг/м ³ | Температура, °С | | Температурні межі займання, °С | |
|-----------------|------------------------------|-----------------|---------------|--------------------------------|---------|
| | | спалаху | само-займання | нижній | верхній |
| 70 | 890 | 22 | 468 | 20 | 43 |
| 55 | 924 | 26 | 480 | 23 | 45 |
| 40 | 951 | 28 | 535 | 25 | 49 |
| 20 | 975 | 38 | 570 | 33 | 54 |
| 10 | 986 | 50 | 615 | 50 | 62 |
| 5 | 993 | 61 | Вище 750 | 60 | 71 |
| 3 | 995 | - | Не займається | - | - |

Обробка результатів

На експериментальній установці (рис. 3.1) заміряють температуру спалаху етилового спирту в закритому тиглі. За допомогою барометра вимірюють барометричний тиск. Записують результати замірів у таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати вимірів та розрахунків лабораторної роботи

| Показник | Одиниці виміру | Значення |
|---|----------------|----------|
| 1. Найменування досліджуваної речовини (рідини) | | |
| 2. Хімічна формула речовини | | |
| 3. Атмосферний тиск, P | | |
| 4. Коефіцієнт горючості, K | | |
| 5. Температура кипіння речовини, t_k | | |
| 6. Концентрація речовини, C_p | | |
| 7. Температуру спалаху теоретична, $t_{cn}^{теор}$ | | |
| 8. Температуру спалаху заміряна, $t_{cn}^{зам}$ | | |
| 9. Температурна поправка, Δt | | |
| 10. Температуру спалаху експериментальна, $t_{cn}^{експ}$ | | |

Обчислюють експериментальну температуру спалаху з поправкою на стандартний барометричний тиск (101,325 кПа; 1,013 бар і 760 мм рт. ст.) складанням знайденої заміряної температури і поправки

$$t_{cn}^{експ} = t_{cn}^{зам} + \Delta t, \quad (3.4)$$

де $t_{cn}^{зам}$ - температуру спалаху заміряна, °С;

Δt - температурна поправка, °С

$$\Delta t = \frac{101,325 - P}{3,3} \cdot 0,9; \quad (3.5)$$

або

$$\Delta t = \frac{1,013 - P}{0,033} \cdot 0,9; \quad (3.6)$$

або

$$\Delta t = 0,0382 \cdot (760 - P), \quad (3.7)$$

де P - фактичний барометричний тиск, кПа (або бар, або мм рт. ст.).

Щоб розрахувати температуру спалаху теоретичну по формулі (3.1). необхідно визначити температуру кипіння розчину етилового спирту у дистильованій воді

$$t_k = \frac{1}{100} \cdot (t_k^{cn} \cdot C_{cn} + t_k^6 \cdot C_6), \quad (3.8)$$

де t_k^{cn} , t_k^6 – температура кипіння чистого спирту (табл. 3.3) та чистої води відповідно, °С;

C_{cn} , C_6 – концентрація в розчині спирту та води відповідно, %; концентрацію в розчині спирту можна визначити в залежності від заміряної температури спалаху за допомогою табл. 3.2.

Контрольні питання

1. Що таке температура спалаху? Як вона розраховується?
2. Які з рідин вважаються легкозаймистими, а які горючими?
3. Класифікація ЛЗР за температурою спалаху.
4. Що показує коефіцієнт горючості?
5. З чого складається експериментальна установка для визначення температури спалаху?

РОЗДІЛ 6. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

6.1 Завдання до виконання теоретичних та розрахункових завдань

Контрольна робота виконується студентами під керівництвом викладача та оформлюється під час самостійної роботи. Варіант завдання визначається порядковим номером студента за журналом навчальної групи (згідно табл. 6.1).

У **контрольній роботі** повинні бути представлені наступні розділи: завдання; зміст; теоретична частина; практична частина; список використаної літератури.

Контрольну роботу оформлюють відповідно вимогам діючого Державного стандарту України ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Контрольну роботу оформлюють на аркушах формату А4 машинним (за допомогою комп'ютерної техніки) способом на одному боці аркуша білого паперу. Роботу друкують через 1,5 інтервали шрифтом Times New Roman 14 pt.

Текст роботи слід друкувати, дотримуючись таких розмірів берегів: верхній, лівий і нижній - не менше 20 мм, правий - не менше 10 мм. Структурні елементи «ЗАВДАННЯ», «ЗМІСТ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ» не нумерують, а їх назви правлять за заголовки структурних елементів. Заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів роботи слід починати з абзацного відступу і друкувати маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці. Абзацний відступ повинен бути однаковим впродовж усього тексту роботи і дорівнювати 1,25. Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути не менше, ніж два рядки.

Таблиця 6.1 – Завдання на теоретичну частину

| Варіант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Питання | 1, 15, | 2, 16, | 3, 17, | 4, 18, | 5, 19, | 6, 20, |
| Варіант | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Питання | 7, 21 | 8, 22 | 9, 23 | 10, 24 | 11, 25 | 12, 26 |
| Варіант | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Питання | 13, 27 | 14, 28 | 29, 37 | 30, 53 | 54, 86 | 55, 68 |
| Варіант | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Питання | 31, 56 | 32, 57 | 33, 58 | 34, 59 | 35, 60 | 36, 61 |
| Варіант | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Питання | 37, 62 | 38, 63 | 39, 64 | 40, 65 | 41, 66 | 42, 67 |
| Варіант | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| Питання | 43, 70 | 71, 44 | 45, 72 | 46, 73 | 47, 74 | 48, 75 |

Загальні питання по теорії

1. У чому небезпека електромагнітного поля для організму людини? Вкажіть основні методи захисту людини від впливу електромагнітного поля (з ескізами і розрахунковими обґрунтуваннями).

2. Вкажіть основні типи світильників для виробничих приміщень. Приведіть схему штучного освітлення приміщення, у якому виконуються роботи різного розряду складності (обрати розряд складності за бажанням).

3. Наведіть способи очищення повітря від пилу. Приведіть приклад рішення щодо обладнання по очищенню повітря з ескізом і розрахунком.

4. У чому небезпека статичної електрики? Назвіть причини виникнення електростатичних зарядів і фактори, що впливають на ступінь електризації різних речовин. Приведіть одну схему захисту технологічного устаткування від статичної електрики на підприємстві.

5. Охарактеризуйте вплив метеорологічних умов на організм працюючих. Перелічіть види терморегуляції організму людини. Вкажіть способи забезпечення нормальних метеорологічних умов на робочих місцях у виробничому приміщенні.

6. Охарактеризуйте вплив виробничого шуму на організм людини, вкажіть параметри, що характеризують його. Приведіть приклад інженерного рішення по усуненню шуму (з ескізом і розрахунком).

7. Охарактеризуйте дію електричного струму на організм людини. Вкажіть та обґрунтуйте параметри струму, небезпечні для життя людини.

8. Що розуміється під вогнестійкістю будівельних конструкцій? Наведіть способи підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій побутового та промислового призначення.

9. Опишіть небезпеку і міри захисту виробничих будинків і споруд від атмосферної електрики. Приведіть ескізи таких пристроїв.

10. Які небезпечні зони машин і електроустановок? Що необхідно передбачити, щоб працюючий не потрапив у небезпечну зону.

11. У чому полягає статичний, топографічний, монографічний і груповий метод аналізу і вивчення нещасних випадків.

12. Викладіть роль автоматизації і механізації виробничих процесів в охороні праці.

13. Які вимоги пред'являються до організації робочого місця (робочим зонам, органів керування машинами та устаткуванням, контрольним приладам) з погляду інженерної психології та ергономіки.

14. Поясніть необхідність та зв'язок виробничої естетики й охорони праці.

15. Як організується служба охорони праці на підприємстві і на окремих ділянках роботи. Яка відповідальність адміністрації і працюючих за порушення норм і правил охорони праці.

16. Питання охорони праці в колективних договорах і угодах між адміністрацією і трудовим колективом на підприємстві.

17. Як нормуються параметри мікроклімату і яких заходів необхідні для їхньої нормалізації у виробничих умовах.

18. Приведіть класифікацію шкідливих речовин по ступені впливу на організм людини. Дайте поняття про гранично-допустиму концентрацію шкідливих речовин. Приведіть ГДК по класифікації шкідливих речовин.

19. Заходи щодо запобігання виділенню шкідливих речовин у повітря робочої зони. Засоби індивідуального захисту органів подиху та шкіри людини.

20. Викладіть основні поняття фізіології та гігієни праці. Наведіть основні характеристики та особливості фізичної і розумової праці.

21. Приведіть схему пристроїв і поясніть принцип роботи усіх видів штучної вентиляції.

22. Поясніть, як здійснюється природний повітрообмін і які недоліки природної вентиляції. Наведіть схеми.

23. Які апарати використовуються для очищення від забруднення припливного повітря і повітря, яке викидається в атмосферу від технологічного обладнання.

24. Поясніть призначення і принцип дії кондиціонера, а також необхідність застосування штучної аероіонізації в приміщеннях.

25. Викладіть основи нормування і розрахунку природного освітлення на виробничих ділянках.

26. Поясніть вплив електромагнітного поля на організм людини. Приведіть гранично - допустимі величини електромагнітного поля різних частотних діапазонів.

27. Наведіть засоби колективного й індивідуального захисту для запобігання впливу електромагнітного поля на організм людини.

28. Охарактеризуйте поняття “умови праці”. Наведіть класифікацію та приклади різних умов праці (всіх категорій).

29. Які заходи захисту людини від іонізації випромінюванням. Приведіть формули розрахунку необхідного захисту.

30. Охарактеризуйте інфрачервоні та ультрафіолетові випромінювання: параметри, вплив на людину, нормування та методи захисту.

31. Приведіть види впливу електричного струму на організм людини і назвіть фактори, що впливають на результат поразки.

32. Дайте поняття напрузі кроку і напрузі дотику. Приведіть схеми і графіки.

33. Приведіть класифікацію приміщень по ступені електробезпечності в залежності від виробничого середовища.

34. Поясніть призначення і принцип дії захисного заземлення (зі схемами).

35. Поясніть призначення і принцип дії захисного занулення, а також необхідність повторного заземлення нульового проводу (зі схемами).

36. Назвіть причини аварій і нещасних випадків у системах, що працюють під тиском. Способи їх попередження та усунення.

37. Наведіть класифікацію роботи за важкістю та енерговитратами. Привести умови, необхідні для нормальної трудової діяльності працівника.

38. Викладіть безпеку праці при механізованому переміщенні вантажів із застосуванням навантажувачів, автокранів або іншого обладнання.

39. Приведіть класифікацію виробництв по ступені вибухопожежної небезпеки.

40. Приведіть класифікацію приміщень і установок усередині приміщень і зовні по вибухопожежній небезпеці при проектуванні електроустановок для технологічних процесів.

41. Охарактеризуйте вогнестійкість та займистість будівельних матеріалів і конструкцій.

42. Опишіть призначення, конструкцію і принцип дії блискавковідводів. Приведіть схеми зон захисту блискавковідводами.

43. Охарактеризуйте легкозаймисті, пальні та вибухонебезпечні речовини і вимоги пожежної безпеки при роботі з ними.

44. Перелічіть вогнегасні властивості води, піни, вуглекислоти. При яких умовах ці речовини застосовні для гасіння пожеж.

45. Опишіть призначення та принцип дії вогнегасників хімічної піни, повітряно-механічної піни і вуглекислоти. Наведіть схеми їх пристрою.

46. Перелічіть засоби пожежної сигналізації. Наведіть їх схеми і поясніть роботу.

47. Як нормується шум, вібрація й ультразвук.

48. Як проводиться боротьба із шумом і вібрацією на виробничих ділянках.

49. Приведіть класифікацію будинків і споруджень по ступені небезпеки поразки блискавкою.

50. Опишіть зони захисту блискавковідводів: а) одиночного стержневого; б) подвійного стержневого; в) багаторазового стержневого.

51. Нормування параметрів мікроклімату і заходи щодо їхньої стабілізації у виробничих.

52. Визначення інтенсивності тепловипромінювання від нагрітих тіл і норми припустимого тепловипромінювання на робочому місці.

53. Класифікація і нормування шкідливих речовин, що забруднюють повітряне середовище; засоби контролю концентрації пилу і загазованості повітря робочого приміщення.

54. Методи розрахунку потрібного повітрообміну для загальнообмінної вентиляції.

55. Види місцевої вентиляції і методи розрахунку потрібного повітрообміну.

56. Принцип дії, пристрій, галузь застосування і розрахунок загальнообмінної механічної вентиляції.

57. Класифікація, нормування і методи розрахунку штучного виробничого освітлення.

58. Основні вимоги до освітлення виробничих приміщень. Нормування та оцінка природного освітлення.

59. Вимоги безпеки до конструкції й експлуатації підйомно-транспортних механізмів і машин.

60. Призначення, характеристики і правила експлуатації засобів індивідуального захисту у виробничих умовах.

61. Основні заходи щодо профілактики пожеж на виробництві, у цеху і на робочому місці. Системи протипожежного захисту та попередження пожежі.
62. Норми, пристрій і дія системи пожежного водопостачання. Основні вимоги до систем пожежної безпеки.
63. Норми, вимоги і порядок евакуації людей при пожежі.
64. Хімічна і повітряно-механічна піни, порошки; їх властивості та галузь застосування при гасінні пожеж.
65. Викладіть основні принципи "Положення про розслідування й облік нещасливих випадків на виробництві".
66. Як плануються і фінансуються заходи щодо охорони праці.
67. Приведіть застосовувані запобіжні і пристрої, що сигналізують, які забезпечують безпечну експлуатацію судин по тиском.
68. Газонебезпечні роботи і правила їх виконання (на відкритому повітрі, у загазованих приміщеннях, підземних колодязях), а також перша допомога потерпілим від дії газу.
69. Правила безпеки і санітарні норми, застосування їх на виробництві.
70. Основні нормативні документи з охорони праці. Закони України щодо питань охорони праці.
71. Принципи державної політики в галузі охорони праці.
72. Питання охорони праці під час укладання трудового договору.
73. Пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці. Умови їх надання.
74. Право працівників на безпечні умови праці під час роботи.
75. Гарантії відшкодування шкоди у разі погіршення стану здоров'я працівника.
76. Законодавчий захист праці жінок, інвалідів та неповнолітніх.
77. Обов'язки роботодавця та служба охорони праці на підприємстві.
78. Система управління охороною праці.
79. Обов'язки працівника щодо охорони праці.
80. Завдання та необхідність навчання з питань охорони праці.
81. Порядок фінансування охорони праці. Комісія з питань охорони праці на підприємстві.
82. Необхідність медичних оглядів працівників. Його періодичність та використання результатів.
83. Додержання вимог щодо охорони праці під час проектування, будівництва та реконструкції підприємств.
84. Класифікація нещасних випадків на виробництві. Склад комісії щодо розслідування нещасних випадків.
85. Економічне стимулювання охорони праці.
86. Державне управління охороною праці. Компетенція Кабінету міністрів України в галузі охорони праці.
87. Державне управління охороною праці. Повноваження міністерств в галузі охорони праці.

88. Державне управління охороною праці. Повноваження місцевих державних адміністрацій в галузі охорони праці.

89. Державне управління охороною праці. Повноваження органів місцевого самоврядування в галузі охорони праці.

90. Страхування від нещасних випадків на виробництві. Обов'язки Фонду страхування від нещасних випадків. Страховий ризик та страховий випадок.

Завдання на практичну частину

Задача 1. Визначити кратність повітрообміну при вентиляції навчальної лабораторії розміром $a \times b$ та висотою C , якщо в ній перебуває N студентів, кожен з яких видихає M г/год вуглекислого газу CO_2 . Гранично допустима концентрація CO_2 дорівнює $1,5$ г/м³. Концентрація CO_2 в повітрі (зовні) складає $0,75$ г/м³ (див. табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Вихідні дані

| Вихідні дані | Варіант | | | | | | | | | |
|---|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Розміри аудиторії $a \times b$, м | 10×6 | 13×5 | 12×6 | 11×5 | 12×5 | 10×5 | 10×6 | 12×6 | 13×6 | 11×6 |
| Висота аудиторії C , м | 3,0 | 2,7 | 2,8 | 3,2 | 3,4 | 3,8 | 3,0 | 2,6 | 2,9 | 2,8 |
| Кількість студентів N , чол | 25 | 30 | 28 | 31 | 27 | 26 | 18 | 20 | 21 | 17 |
| Кількість CO_2 від дихання людини M , г/год | 30 | 27 | 29 | 28 | 35 | 33 | 34 | 30 | 29 | 27 |

Задача 2. Знайти час, за який при температурі 25 °С у лабораторії об'ємом V , де випадково витік бензол і утворив пляму площею S , буде досягнуто: граничнодопустима концентрація ГДК; середня смертельна концентрація ССК; нижня межа пожежонебезпеки НМП при швидкості випаровування U (див. табл. 6.2).

Для вирішення завдання необхідні мати наступні довідкові дані:

- граничнодопустиму концентрацію пари бензолу (ГДК) - 5 мг/м³;
- його середню смертельну концентрацію (ССК) - 38000 мг/м³ протягом 4год.;
- нижню межу пожежонебезпеки (НМП) – $1,2$ % об.;
- леткість бензолу- $320\ 000$ мг/м³.

Таблиця 6.2 – Варіанти індивідуальних завдань

| № з/п | Об'єм лабораторії V , м ³ | Площа плями бензолу S , м ² | Швидкість випаровування V , мг/(м ² с) |
|-------|--|--|---|
| 1 | 90 | 0,15 | 436 |
| 2 | 110 | 0,12 | 424 |
| 3 | 80 | 0,11 | 431 |
| 4 | 90 | 0,10 | 411 |
| 5 | 70 | 0,14 | 405 |
| 6 | 105 | 0,17 | 398 |
| 7 | 95 | 0,13 | 380 |
| 8 | 85 | 0,12 | 371 |
| 9 | 75 | 0,11 | 430 |
| 10 | 115 | 0,24 | 425 |

Задача 3. Оцінити можливість виникнення мікромеркуалізму, якщо в кімнаті об'ємом V випадково розбито термометр, ртуть якого об'ємом $V_p=0,4\text{см}^3$ не зібрана і розбилась на n кульок. Повітря в кімнаті обмінюється K разів на добу (див. табл. 6.3). Для оцінки необхідні такі довідкові дані:

- гранично допустима концентрація пари ртуті - $0,01\text{ мг/м}^3$;
- швидкість випаровування зі свіжої поверхні ртуті при температурі 20°C і спокійному повітрі – $0,55 \times 10^{-2}\text{ мг/(м}^2\text{с)}$;
- леткість ртуті – $14,3\text{ мг/м}^3$.

Для уточнення умов аналізу приймемо, що об'єм ртуті, вилитої з розбитого термометра $V_p=0,4\text{ см}^3$.

Таблиця 6.3 – Варіанти індивідуальних завдань

| № з/п | Об'єм кім-ти V_k , м ³ | Кількість кульок ртуті, n | Кратність обміну повітря, K |
|-------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 1 | 36 | 1 | 1 |
| 2 | 38 | 2 | 2 |
| 3 | 40 | 3 | 3 |
| 4 | 42 | 4 | 2 |
| 5 | 44 | 5 | 1 |
| 6 | 46 | 6 | 2 |
| 7 | 48 | 7 | 3 |
| 8 | 50 | 8 | 2 |
| 9 | 49 | 9 | 1 |
| 10 | 47 | 10 | 3 |

Задача 4. Знайти, на скільки градусів може підвищитися температура у приміщенні об'ємом V , у якому N людей виконують роботу із невеликим фізичним навантаженням. Кратність об'єму повітря при неорганізованій природній вентиляції дорівнює K . Теплоємність повітря $C = 1370$ Дж/(кг К), а його густина $\rho = 1,2$ кг/м³ (див. табл. 6.4).

Таблиця 6.4 – Варіанти індивідуальних завдань

| № з/п | Об'єм приміщення V , м ³ | Кількість осіб, N | Кратність обміну повітря, K |
|-------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | 260 | 20 | 0.50 |
| 2 | 270 | 15 | 0.55 |
| 3 | 280 | 25 | 0.60 |
| 4 | 290 | 20 | 0.65 |
| 5 | 300 | 15 | 0.70 |
| 6 | 290 | 25 | 0.75 |
| 7 | 280 | 30 | 0.80 |
| 8 | 270 | 25 | 0.85 |
| 9 | 260 | 20 | 0.90 |
| 1 | 250 | 30 | 0.95 |

Задача 5. За критерієм вмісту вуглекислого газу перевірити, чи достатньо неорганізованої природної вентиляції з кратністю обміну повітря K у приміщенні об'ємом V , де працює N осіб. Граничнодопустима концентрація вуглекислого газу в повітрі дорівнює 2 г/м³, а його концентрація у повітрі, яке подається у приміщення- $0,7$ г/м³ (див. табл. 6.5).

Таблиця 6.5 – Варіанти індивідуальних завдань

| № з/п | Об'єм приміщення V , м ³ | Кількість осіб N | Кратність обміну повітря, K |
|-------|---------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1 | 22 | 1 | 0,60 |
| 2 | 38 | 2 | 0,70 |
| 3 | 70 | 3 | 0,80 |
| 4 | 90 | 4 | 0,65 |
| 5 | 130 | 5 | 0,75 |
| 6 | 18 | 1 | 0,85 |
| 7 | 48 | 2 | 0,90 |
| 8 | 85 | 3 | 0,95 |
| 9 | 116 | 4 | 1,00 |
| 10 | 128 | 5 | 0,50 |

Задача 6. Розрахувати повітрообмін у приміщенні при заданій кількості працюючих, комп'ютерній техніці і різній потужності освітлювальних приладів. Температура повітря у приміщенні 20 °С. Максимальна кількість тепла від сонячної радіації через вікна вказана в таблиці. Різниця температур припливного та видаляємого повітря складає 10 °С. Кількість явного тепла, яке виділяється однією людиною прийняти 95 Вт. Теплоємність повітря $C_p=1000$ Дж/кг. Потужність одного комп'ютера 150 Вт (див. табл. 6.6).

Таблиця 6.6 – Варіанти індивідуальних завдань

| Найменування | Варіант | | | | | | | | | |
|---|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Кількість працюючих | 10 | 4 | 8 | 3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 6 | 8 |
| Кількість комп'ютерів, шт | 7 | 2 | 5 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| Потужність освітлювальних приладів, Вт | 1000 | 450 | 640 | 360 | 480 | 300 | 400 | 360 | 420 | 560 |
| Кількість тепла від сонячної радіації через вікна, Вт | 260 | 160 | 220 | 140 | 180 | 100 | 150 | 120 | 200 | 240 |

Задача 7. Розрахувати заземлювач електроустановок механічного цеху, всередині якого розташована підстанція. Заземлювач передбачається виконати з вертикальних труб довжиною l і з зовнішнім діаметром d , верхні кінці яких з'єднуються між собою за допомогою горизонтального електрода - сталевій смуги шириною b . Питомий електричний опір ґрунту ρ (див. табл. 6.7).

Таблиця 6.7 – Варіанти індивідуальних завдань

| № варіанту | Питомий електричний опір ґрунту, ρ , Ом·см | Довжина заземлювача, l , м | Діаметр заземлювача, d , см | η_1 | η_2 | Ширина сталевій смуги, b , мм |
|------------|---|------------------------------|-------------------------------|----------|----------|---------------------------------|
| 1 | $1 \cdot 10^4$ | 1,5 | 5 | 0,74 | 0,9 | 40 |
| 2 | $4 \cdot 10^4$ | 2,5 | 10 | 0,74 | 0,9 | 60 |
| 3 | $2 \cdot 10^4$ | 1,7 | 6 | 0,74 | 0,9 | 50 |
| 4 | $5 \cdot 10^4$ | 1 | 4 | 0,74 | 0,9 | 45 |
| 5 | $3 \cdot 10^4$ | 3 | 8 | 0,74 | 0,9 | 60 |
| 6 | $6 \cdot 10^4$ | 1,6 | 5 | 0,74 | 0,9 | 50 |
| 7 | $5 \cdot 10^4$ | 1,8 | 5,5 | 0,74 | 0,9 | 45 |
| 8 | $3 \cdot 10^4$ | 2,8 | 9 | 0,74 | 0,9 | 80 |
| 9 | $4 \cdot 10^4$ | 2,6 | 9,5 | 0,74 | 0,9 | 80 |
| 10 | $2 \cdot 10^4$ | 1,75 | 6,5 | 0,74 | 0,9 | 50 |

6.2 Рекомендації щодо розв'язання задач

Вказівки до розв'язання задачі 1

Кратність повітрообміну в приміщенні, 1/год, показує кількість змін повітря в приміщенні за одну годину. Вона визначається за формулою

$$K = \frac{L}{V}, \quad (6.1)$$

де L – необхідний повітрообмін в приміщенні, м³/год;
 V – об'єм приміщення, м³.

Необхідний повітрообмін, м³/год, можна визначити за формулою

$$L = \frac{G}{q_1 - q_2}, \quad (6.2)$$

де G – кількість вуглекислого газу, що виділяється в приміщенні за 1 годину, г/год;

q_1 – концентрація вуглекислого газу в повітрі, яке видаляється з приміщення, вона не може перевищувати ГДК, г/м³;

q_2 – концентрація вуглекислого газу в повітрі, що подається в приміщення, г/м³.

Вказівки до розв'язання задачі 2

Знайти час, за який при температурі 25°C у лабораторії об'ємом 90 м³ (5 м × 6 м × 3 м), де випадково витік бензол і утворив пляму площею 0,1 м² (0,33 м × 0,33 м) буде встановлено:

- граничнодопустима концентрація;
- середня смертельна концентрація;
- нижня межа пожежонебезпеки.

Для вирішення завдання необхідні мати наступні довідкові дані:

- граничнодопустиму концентрацію пари бензолу (ГДК) - 5 мг/м³;
- його середню смертельну концентрацію (ССК) - 38000 мг/м³ протягом 4 год.;
- нижню межу пожежонебезпеки (НМП) – 1,2 % об.;
- швидкість випаровування бензолу при температурі повітря 25°C і при швидкості руху повітря 0,25 м/с (оптимальна) - 436 мг/(м²/с);
- леткість бензолу- 320 000 мг/м³.

Оцінюючи небезпеку отруєння, враховують леткість речовин. Вона свідчить про максимальну концентрацію пари речовини, яка досягається внаслідок її випаровування при заданій температурі. Якщо леткість нижча ніж ГДК, то отруєння неможливе.

Леткість бензолу перевищує ГДК і ССК, тому виникає небезпека отруєння.
Робочою формулою для розрахунку часу встановлення відповідних концентрацій є рівняння

$$V \cdot C = S \cdot u \cdot t, \quad (6.3)$$

де: V - об'єм приміщення, м^3 ;
 C - концентрація речовини у повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$;
 S - площа плями рідини, м^2 ;
 u - швидкість випаровування рідини, $\text{мг}/(\text{м}^2\text{с})$;
 t - час випаровування бензолу, с.

Звідси час дорівнюватиме

$$t = \frac{V \cdot C}{S \cdot u}. \quad (6.4)$$

Для граничнодопустимої концентрації у робочій зоні знаходимо безпосередньо

$$t_{ГДК} = \frac{90 \cdot 5}{0,1 \cdot 436} = 10 \text{ с.}$$

Аналогічно для середньої смертельної концентрації маємо

$$t_{ССК} = \frac{90 \cdot 38000}{0,1 \cdot 436} = 78440 \text{ с} = 21,79 \text{ год} \approx 22 \text{ год.}$$

Щоб визначити час встановлення нижньої межі пожежонебезпеки, необхідно від об'ємних відсотків у нижній межі пожежонебезпеки перейти до масово-об'ємної концентрації. За визначенням об'ємно-масової концентрації встановлюємо, що

$$C = \frac{m}{V}, \quad (6.5)$$

де m - маса речовини в мг ;
 V - об'єм суміші в м^3 .

За законом Авогадро, маємо

$$m = \frac{M \cdot v \cdot 1000}{0,0224}, \quad (6.6)$$

де M - молярна маса речовин в г/моль;

v - об'єм пари речовини, який займає m мг речовини, а за нижньою межею пожежонебезпеки в % об. (НМП) знаходимо:

$$V = \frac{v \cdot 100\%}{\text{НМП}}, \quad (6.7)$$

Підставивши вирази (6.7) і (6.6) у (6.5), одержимо

$$C = \frac{M \cdot \text{НМП}}{0,00224}, \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}, \quad (6.8)$$

Тепер, підставивши (2.8) у вираз (6.4), дістанемо

$$t_{\text{НМП}} = \frac{V \cdot M \cdot \text{НМП}}{0,00224 \cdot S \cdot u}, \quad (6.9)$$

$$t_{\text{НМП}} = \frac{90 \cdot 78 \cdot 1,2}{0,00224 \cdot 0,1 \cdot 43} = 86255 \text{ с} = 23,96 \text{ год} \approx 1 \text{ доба}.$$

Якщо пляму рідини збільшити до 1 м^2 , то час відповідно зменшиться вдесятеро.

Важливо знати, який об'єм розлитої рідини призведе до встановлення концентрації, що відповідає нижній межі пожежної небезпеки. Його оцінюють за формулою

$$V_p = \frac{m}{\rho}, \quad (6.10)$$

де m - маса речовини, що випарувалася;

ρ - густина речовини, яка для бензолу дорівнює $0,8 \text{ г/см}^3$. Маса речовини, яка випарувалась, дорівнює:

$$m = u \cdot s \cdot t_{\text{НМП}}. \quad (6.11)$$

Підставивши вираз (6.11) у формулу (6.10), отримаємо:

$$V_p = \frac{u \cdot s \cdot t_{\text{НМП}}}{\rho}, \quad (6.12)$$

$$V_p = \frac{436 \cdot 0,1 \cdot 86255}{800} = 4701 \text{ см}^3 \approx 4,7 \text{ л}.$$

Тому одним із засобів безпеки під час роботи з легкозаймистими речовинами є вимога зберігати у лабораторії тільки денну норму рідини, тобто стільки, скільки реально використовується протягом робочого дня.

Вказівки до розв'язання задачі 3

Оцінити можливість виникнення мікромеркуріалізму (хронічного отруєння ртуттю при дії незначних концентрацій пари ртуті), якщо випадково розбито медичний термометр, вилита ртуть з якого не зібрана.

Для оцінки необхідні такі довідкові дані:

- гранично допустима концентрація пари ртуті- 0,01 мг/м³;
- швидкість випаровування зі свіжої поверхні ртуті при температурі 20°C і спокійному повітрі $U = 0,55 \times 10^{-2}$ мг/(м²с);
- леткість ртуті – 14,3 мг/м³.

З довідкових даних випливає, що леткість парів ртуті перевищує ГДК і отруєння можливе.

Для уточнення умов аналізу приймемо, що:

- об'єм кімнати $V_k = 36$ м³ (3м×4м×3м);
- об'єм ртуті, вилитої з розбитого термометра $V_p = 0,4$ см³.

Вилита ртуть при падінні розбивається на окремі кульки. При цьому, площу випаровування розраховуємо за формулою

$$S = (4n \cdot \pi)^{\frac{1}{3}} \cdot (3V_p)^{\frac{2}{3}}, \quad (6.13)$$

де n - кількість кульок.

Спочатку знаходимо площу випаровування, прийнявши, що утворилась одна кулька ртуті

$$S = (4 \cdot 1 \cdot 3,14)^{\frac{1}{3}} \cdot (3 \cdot 0,4)^{\frac{2}{3}} = 26 \text{ см}^2 = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Знаходимо час, за який в кімнаті концентрація ртуті досягне ГДК, за формулою

$$t_{ГДК} = \frac{V_k \cdot ГДК}{S \cdot U}, \quad (6.14)$$

$$t_{ГДК} = \frac{36 \cdot 0,01}{2,6 \cdot 10^{-4} \cdot 0,55 \cdot 10^{-2}} = 0,25 \cdot 10^6 \text{ с} \approx 69 \text{ год} \approx 3 \text{ доби}.$$

Якщо приміщення зовсім не провітрюється, то концентрація ртуті досягне граничного значення, яке визначене її леткістю, тобто $14,3 \text{ мг/м}^3$ і зберігатиметься нескінченно довго. Однак у кімнаті завжди є обмін повітря. Якщо повітря в кімнаті обмінюється повністю швидше, ніж за 3 доби, то за таких умов ГДК не буде досягнуто.

Якщо прийняти, що при розбитті термометра утворилось, наприклад, 10 однакових кульок, то площа випаровування зростає до $5,6 \times 10^{-4} \text{ м}^2$, тобто вдвічі. За таких умов час досягнення ГДК зменшиться також удвічі - до 1,5 доби і величина ГДК в кімнаті не встановиться, якщо повітря повністю обмінюватиметься швидше, ніж за 1,5 доби.

Отже, чим більша поверхня розливої ртуті, тим швидше повинен відбуватися обмін повітря в кімнаті, щоб не було досягнуто ГДК.

При обміні повітря з меншою кратністю в кімнаті встановиться концентрація ртуті, яка перевищує ГДК. За таких умов можливість виникнення мікромеркуріалізму визначається також часом, протягом якого небезпечна концентрація зберігається в кімнаті.

Якщо прийняти, що в кімнаті досягається гранично допустима концентрація, то маса ртуті у повітрі розраховується за формулою

$$m_k = (\text{ГДК}) \cdot V_k. \quad (6.15)$$

Якщо за добу повітря в кімнаті змінюється в K разів, то маса ртуті, яка виноситься з кімнати, дорівнює

$$m_b = m_k \cdot K. \quad (6.16)$$

Маса вилитої ртуті дорівнює

$$m_p = V_p \cdot \rho. \quad (6.17)$$

Тепер кількість діб, протягом яких у кімнаті підтримуватиметься граничнодопустима концентрація парів ртуті, розраховують за формулою

$$N = \frac{m_p}{m_b} = \frac{V_p \cdot \rho}{\text{ГДК} \cdot V_k \cdot K}. \quad (6.18)$$

Якщо відбувається один обмін повітря за добу, то

$$N = \frac{0,4 \cdot 13,6 \cdot 1000}{0,01 \cdot 36 \cdot 1} = 15111 \text{ діб.}$$

Таке обчислення, звичайно, є наближеним, проте воно показує, що небезпечна концентрація може підтримуватися довго. У розрахунках не

враховано, що з часом швидкість випаровування ртуті зменшується внаслідок зменшення поверхні та окислення, а також те, що ртуть при високих концентраціях адсорбується стінами, меблями, а потім десорбується. Але дія цих чинників тільки продовжує існування небезпечного чинника в кімнаті.

Вказівки до розв'язання задачі 4

Для виконання цього завдання приймаємо, що спочатку в приміщенні була температура така ж, як і зовні (літній період), і вона піднялась до температури повітря, що видаляється із приміщення. Кількість тепла, яке виділяється у приміщенні за одну годину, дорівнює

$$Q = 3600 \cdot W = 3600 \cdot g \cdot N, \quad (16.19)$$

де W - сумарна потужність джерел виділення тепла, Вт;

N - кількість джерел виділення тепла (кількість людей у приміщенні);

g - потужність виділення тепла однією особою, яка коливається в межах від 100 до 230 Вт залежно від фізичного навантаження.

Це тепло йде на нагрівання повітря, яке було у приміщенні об'ємом V , і нагрівання повітря, яке надійшло в приміщення за одну годину. Отже, за цей час об'єм повітря, яке нагрілося до температури T_2 , становить $V + KV$.

Кількість тепла, яка йде на нагрівання повітря з теплоємністю C і масою від температури T_1 до температури T_2 визначається за формулою

$$Q = m c(T_2 - T_1). \quad (6.20)$$

Об'єм повітря пов'язаний з його масою формулою

$$m = \rho \cdot V(1 + K), \quad (6.21)$$

де: ρ - густина повітря.

Прирівнюючи праві частини рівнянь, що описують кількість виділеного тепла і тепла, що пішло на нагрівання повітря, знаходимо шукану різницю температур

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{3600 \cdot g \cdot N}{C \cdot \rho \cdot (K + 1) \cdot V}, \quad (6.22)$$

Наприклад, нехай у приміщенні об'ємом 250 м^3 знаходиться 20 осіб, які виконують легку фізичну роботу. Кратність обміну повітря дорівнює 0,75. Підставивши числові значення величин в останню формулу, матимемо

$$\Delta T = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 20}{1370 \cdot 1,2 \cdot (0,75 + 1) \cdot 250} = 10^\circ \text{C}.$$

Вказівки до розв'язання задачі 5

Для перевірки необхідно порівняти фактичну кратність обміну повітря K з кратністю обміну повітря, яка забезпечує належну чистоту K_0 . При знаходженні величини K_0 приймають, що граничнодопустима концентрація вуглекислого газу в повітрі дорівнює 2 г/м^3 , а його концентрація у повітрі, яке подається у приміщення - $0,7 \text{ г/м}^3$.

Масу вуглекислого газу, що надходить у повітря в результаті дихання N осіб, визначають за формулою

$$Q = m \cdot N, \quad (6.23)$$

де m - маса вуглекислого газу, яку видихає одна особа за годину, $m = 44 \text{ г/год}$.

Наприклад, нехай у приміщенні об'ємом 30 м^3 працює дві особи, а кратність обміну повітря $K = 0,8$. Спочатку обчислюємо час, за який концентрація вуглекислого газу досягне гранично допустимої

$$t = \frac{(2 - 0,7) \cdot 30}{2 \cdot 44} = 0,44 \text{ год.}$$

Необхідна кратність обміну повітря становить

$$K_0 = \frac{1}{0,44} = 2,3.$$

Отже, наявної кратності обміну повітря у приміщенні є недостатньо, оскільки $K < K_0$.

Вказівки до розв'язання задачі 6

Розрахуємо повітрообмін у приміщенні бухгалтерії при працюючих в кількості 3 особи, 4 комп'ютера, принтеру і сканеру, потужності освітлювальних приладів 520 Вт. Температура повітря у приміщенні 24°C . Максимальна кількість тепла від сонячної радіації через вікна 150 Вт. Різниця температур припливного та видаляемого повітря складає $\sim 5^\circ \text{C}$. Кількість явного тепла, яке виділяється однією людиною 95 Вт. Теплоємність повітря $C_p = 1000 \text{ Дж/кг}$; $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$. Потужність одного комп'ютера 300 Вт.

Проведемо розрахунок надходження тепла в приміщення, Вт

$$Q_{\text{надл.}} = Q_{\text{обл.}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв.}} + Q_{\text{рад.}}, \quad (6.24)$$

Надходження тепла під час роботи обладнання, Вт

$$Q = n \cdot P \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (6.25)$$

де n – кількість комп'ютерів, $n=4$;

$P=300$ Вт – встановлена потужність комп'ютера;

$k_1 = 0,8$, коефіцієнт використання встановленої потужності;

$k_2 = 0,5$, коефіцієнт одночасної роботи обладнання;

$$Q_{обл.} = 4 \cdot 300 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 480 \text{ Вт.}$$

Розрахуємо надходження тепла від людей, Вт

$$Q_L = n_L \cdot q_L, \quad (6.26)$$

$$Q_L = 3 \cdot 95 = 285 \text{ Вт.}$$

Обчислюємо кількість загального тепла в приміщенні

$$Q_{надл.} = 480 + 285 + 520 + 150 = 1435 \text{ Вт.}$$

Проведемо розрахунок повітрообміну, м³/год

$$L = \frac{Q \cdot 3600}{C_p \cdot \rho \cdot (t_{вуд} - t_{нрпнл.})}, \quad (6.27)$$

$$L = \frac{1435 \cdot 3600}{1000 \cdot 1,2 \cdot (24 - 19)} = 861 \text{ м}^3/\text{ГОД.}$$

Вказівки до розв'язання задачі 7

Опір розтіканню струму одиночного заземлювача у вигляді сталевій труби, вертикально забитої в землю, Ом:

$$R_m = \frac{2,32 \rho \lg \frac{4l}{d}}{2\pi l}, \quad (6.28)$$

де ρ – питомий електричний опір ґрунту, Ом·см;

l – довжина заземлювача, см;

d – зовнішній діаметр заземлювача, см;

Опір розтікання струму системи, що складається з декількох одиночних заземлювачів, з'єднаних заземлюючою смугою

$$R_c = \frac{R_m}{m \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} \leq 4 \text{ Ом}, \quad (6.29)$$

де m – число заземлювачів, шт;

η_1 – коефіцієнт, що враховує взаємоекранування заземлювачів, при замкнутому контурі приймають $\eta_1 = 0,74$, а при розімкнутому $\eta_1 = 0,83$;

η_2 – коефіцієнт, що враховує взаємоекранування заземлювачів зі смугою, що з'єднує труби, $\eta_2 = 0,9$.

Опір ділянки лінії, що з'єднує заземлювачі, Ом

$$R_n = \frac{2,23 \rho \lg \frac{4l_1}{b}}{\pi l_1}, \quad (6.30)$$

де l_1 – довжина смуги, см;

b – ширина смуги, см.

$$l_1 = 1,05 \cdot a \cdot m. \quad (6.31)$$

a – відстань між заземлювачами, см.

$$a = 2 \cdot l. \quad (6.32)$$

Загальний опір системи заземлення, Ом

$$R_{об} = \frac{R_c \cdot R_n}{R_c + R_n}. \quad (6.33)$$

Розрахувати заземлювач електроустановок механічного цеху, всередині якого розташована підстанція. Заземлювач передбачається виконати з вертикальних труб довжиною $l=500$ см і з зовнішнім діаметром $d=6$ см, верхні кінці яких з'єднуються між собою за допомогою горизонтального електрода - сталеві смуги перетином 4×50 мм. Питомий електричний опір ґрунту $\rho=1 \cdot 10^4$ Ом·см.

Знаходимо опір розтіканню струму одиночного заземлювача

$$R_m = \frac{2,32 \cdot 1 \cdot 10^4 \lg \frac{4 \cdot 500}{6}}{2 \cdot 3,14 \cdot 500} = 18,62 \text{ Ом} > 4 \text{ Ом}.$$

Знаходимо число заземлювачів в контурі за умови, що контур заземлення замкнутий:

$$m = \frac{18,62}{4 \cdot 0,74 \cdot 0,9} = 6,99 = 7 \text{ шт.}$$

Відстань між заземлювачами

$$a = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ см.}$$

Довжина смуги

$$l_1 = 1,05 \cdot 1000 \cdot 7 = 7350 \text{ см.}$$

Опір ділянки лінії, що з'єднує заземлювачі

$$R_n = \frac{2,32 \cdot 1 \cdot 10^4 \lg \frac{4 \cdot 7350}{5}}{3,14 \cdot 7350} = 3,79 \text{ Ом.}$$

Загальний опір системи заземлення, Ом

$$R_{об} = \frac{4 \cdot 3,79}{4 + 3,79} = 1,95 \text{ Ом.}$$

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Катренко, Л.А. Охорона праці [Текст]: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / Л.А. Катренко, Ю.В. Кіт, І.П. Пістун. - Суми : Університетська книга, 2004. - 495 с.: рис. - Бібліогр.: с. 494-495. – 500 прим. - ISBN 966-680-082-9.
2. Гандзюк, М. П. Основи охорони праці [Текст]: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський ; за ред. М.П. Гандзюка. - 5-те вид. - Київ : Каравела, 2011. - 383 с. - Бібліогр.: с. 382-383. - 400 прим. - ISBN 966-8019-01-6.
3. Охорона праці [Текст]: навч. посіб. / В. П. Кучерявий, Ю. Є. Павлюк, А.Д.Кузик, С. В. Кучерявий; Ред. В. П. Кучерявий. - Львів : Оріяна - Нова, 2007.- 368 с.: іл. - Термінолог. слов.: с. 345-359 - Бібліогр.: с. 360-364. – 220 прим. - ISBN 978-966-2128-02-4.
4. Менумеров, Р. М. Основы охраны труда [Текст]: учеб. пособие / Р.М.Менумеров, Э. М. Люманов, Р. Н. Бекиров. - Симферополь : [б. и.], 2013. - 472 с.: ил. - Библиогр.: с. 465-470. – 260 прим. - ISBN 978-966-256-865-3.
5. Геврик, Є. О. Охорона праці [Текст] : Навч.посібник для студентів вищих навч.закладів / Є. О. Геврик. - К. : Ельга;Ніка-Центр, 2004. - 280с. : іл. - Бібліогр.:с.277-279. – 400 прим. - ISBN 966-521-195-1.
6. Жидецький, В. Ц. Основи охорони праці [Текст] : Підручник для студ.вищ.навч.закл. / В. Ц. Жидецький. - Л. : Афіша, 2005. - 318с. – 600 прим. - ISBN 966-8013-11-5 .
7. Лапін, В. М. Основи охорони праці [Текст] : Навч.посібник для студентів вищих навч.закладів / В. М. Лапін. - Л. : ЛБІ НБУ, 2004. - 142с. – 300 прим. - ISBN 966-7330-49-4 .
8. Медведєв, Е. Н. Основи охорони праці [Текст]: навч. посібник для студентів вищих навч. закладів / Е. Н. Медведєв, Г. Ф. Сорокін. - Київ : Професіонал, 2008. - 208с. : іл. - Бібліогр.:с.198-199. – 100 прим. - ISBN 978-966-370-090-8 .
9. Русаловський, А. В. Правові та організаційні питання охорони праці [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / А. В. Русаловський. - Київ : Центр навчальної літератури, 2005. - 176 с. - Бібліогр.: с. 174-175. – 320 прим. - ISBN 966-364-039-1.
10. Основи охорони праці [Текст] [Текст] : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, і. та ; за ред.: К.Н.Ткачука і М.О. Халімовського. - 2-ге вид., допов. та переробл. - Київ : Основа, 2006. - 444с. - Бібліогр.: с.436 - 438. – 450 прим. - ISBN 966-699-156-X.
11. Шеляков, О. П. Охорона праці [Текст] : Навч.посібник / О. П. Шеляков, В. М. Оберемок, Л. А. Шевченко. - К. : Укоопосвіта, 1999. - 230с. – 200 прим. - ISBN 966-7568-09-1.
12. Сивко, Вадим Йосипович. Правові та організаційні основи охорони праці в Україні : навчальний посібник для вузів / Вадим Йосипович Сивко . – Київ:

Кондор, 2008. – 138 с.: табл. - Бібліографія: с.138 (13 назв). – На укр. яз. – 300 прим. - ISBN 966-7982-28-9

13. Ярошевська, В. М. Охорона праці в галузі [Текст]: Навч.посібник для студентів вищих навч.закладів / В. М. Ярошевська, В. Й. Чабан. - К. : Професіонал, 2004. - 286с. – 480 прим. - ISBN 966-8556-21-6.

14. Агєєв, Є. Я. Основи охорони праці: навч.-метод. посібник для самот. роботи по вивченню дисципліни / Є. Я. Агєєв. - Львів : Новий Світ-2000, 2009. - 404 с.: іл. - (Вища освіта в Україні). – 180 прим. - ISBN 978-966-418-080-8.

Методичне видання

К. В. Белоконь

к.т.н., доцент

В. Г. Рижков

к.т.н., доцент

Ю. В. Куріс

д.т.н., доцент

Є. А. Манідіна

асистент

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Навчально-методичний посібник

*для студентів ЗДІА всіх спеціальностей
денної та заочної форм навчання*

Підписано до друку 19.06.2015р. Формат 60x84 1/32. Папір офсетний.

Умовн. друк. арк. 10,0. Наклад 3 прим.

Внутрішній договір № 98/15

Запорізька державна інженерна академія
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 2958 від 03.09.2007 р.

5 Віддруковано друкарнею
Запорізької державної інженерної академії
з оригінал-макету авторів

69006, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226

ЗДІА