

1. ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ГІГІЄНА ТА ФІЗІОЛОГІЯ ПРАЦІ.....	5
1.1. Фізіологія людини. Загальні відомості про фізіологію та людський організм.	5
Шкіра, епітелій, слизові оболонки, відчуття дотику, смаку і нюх	7
Будова ока і зір	8
Будова вуха, слух і рівновага	9
Скелетна система	11
Дихальна система.....	13
Системи та функції організму людини.	16
1.2. Фізіологія праці.....	19
Основні поняття, терміни та визначення в галузі фізіології праці	19
Фізичне навантаження	19
Розумові навантаження	21
Обмін речовин і енергії.....	24
1.3. Гігієна праці	25
Основні поняття, терміни та визначення в галузі гігієни праці.....	25
Умови праці.....	26
Гігієнічні нормативи умов праці.....	26
Фактори, що зумовлюють умови праці.....	27
1.4. Вимоги до технічного та організаційного рівня робочого місця	30
Організація праці на робочих місцях.....	30
Оснащення та обладнання робочого місця.....	31
Вибір оптимального режиму роботи та відпочинку.....	36
РОЗДІЛ 2. ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ	38
2.1. Основні положення виробничої санітарії. Законодавство в галузі виробничої санітарії.....	38
Основні поняття, терміни та визначення в галузі виробничої санітарії.....	39
2.2. Мікроклімат виробничих приміщень. Нормування параметрів мікроклімату	40
Мікроклімат виробничих приміщень	41
Терморегуляція організму людини	42
Вплив параметрів мікроклімату на самопочуття людини	43
Нормування параметрів мікроклімату.....	44
Класифікація шкідливих речовин	50
Нормування шкідливих речовин.....	51
Оздоровлення повітря виробничих приміщень. Вентиляція виробничих приміщень.	56
Визначення необхідного повітрообміну при загальнообмінній вентиляції.....	56
Механічна вентиляція.	60
Засоби індивідуального захисту від впливу теплового опромінювання та переохолодження.	65

2.3. Освітлення виробничих приміщень.....	67
Основні світлотехнічні терміни та поняття.....	67
Системи виробничого освітлення та основні вимоги до нього	70
Методи розрахунку систем освітлення.....	77
2.4. Віброакустичні коливання у виробничому середовищі	81
Основні характеристики шуму, ультра- та інфразвуку.....	81
Нормування, контроль та вимірювання шуму.....	85
Нормування ультра- та інфразвуку, методи захисту.....	93
Вібрація, її характеристики і види.....	95
Методи гігієнічної оцінки виробничої вібрації. Вплив вібрації на людину.	97
Захист від вібрації.....	99
2.5. Випромінювання.....	105
Електромагнітні випромінювання	105
Нормування і захист від електромагнітних випромінювань (ЕМВ).....	106
Випромінювання оптичного діапазону.....	107
Захист від ІЧ випромінювань.....	108
Характеристика УФ випромінювань.....	109
Біологічна дія, нормування та захист від лазерного випромінювання.	110
Іонізуючі випромінювання (ІВ)	114
Біологічний вплив іонізуючих випромінювань	114
РОЗДІЛ 3. ГІГІЄНІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ПРАЦІ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ, ПАСПОРТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВ ТА АТЕСТАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ	120
3.1. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.	120
Класифікація умов праці.....	122
Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії хімічних факторів.	123
Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії факторів біологічного походження.....	125
Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії віброакустичних факторів	126
Гігієнічні критерії оцінки умов праці за показниками мікроклімату	128
Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів і випромінювань	130
Гігієнічні критерії оцінки умов праці за фактором освітленості.	132
Гігієнічні критерії оцінки умов праці залежно від важкості та напруженості трудового процесу. ..	133
Гігієнічні критерії оцінки умов праці при іонізації повітря робочої зони.....	134
Загальна гігієнічна оцінка умов праці	135
3.2. Паспортизація виробництв та атестація робочих місць за умовами праці	137
Паспортизація санітарно-технічного стану виробництв.....	137
Організація робіт по атестації робочих місць.	137

Завдання атестації робочих місць за умовами праці.	138
Загальні методичні підходи до вимірів та оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу.	139
3.3. Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці.....	141
Опис шкідливих факторів виробничого середовища.	144
Опис факторів трудового процесу.....	146
Медико-санітарне забезпечення	148
3.4. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до промислових підприємств, виробничих приміщень	150
Загальні вимоги до розміщення та планування території підприємства.	150
Планування території промислових підприємств.	150
Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень.....	152
Технічна естетика виробничих приміщень	153

РОЗДІЛ 1. ГІГІЄНА ТА ФІЗІОЛОГІЯ ПРАЦІ

1.1. Фізіологія людини. Загальні відомості про фізіологію та людський організм.

Вивчення виробничої санітарії неможливе без знання будови людського тіла та окремих його частин, механізму різноманітних функцій живого організму, їхньої регуляції та зв'язку між собою, реакції людського організму на зміни зовнішнього середовища та пристосування до цих змін. Вивченням цих питань займаються такі науки як фізіологія людини та фізіологія праці, що є складовими частинами фізіології. Фахівець з охорони праці має бути обізнаний у цих питаннях в тій мірі, щоб вірно організовувати діяльність засобів колективного та індивідуального захисту, вибору існуючих засобів індивідуального захисту в залежності від особливостей організму як окремих груп працівників, так і окремих працівників для розробки режимів праці та відпочинку, розробки та організації робочих місць тощо.

Фізіологія – (від грецького «фізіс» – природа і «логос» – слово) наука про життєдіяльність цілісного організму та окремих його частин на всіх рівнях – клітин, тканин, органів, функціональних систем.

Фізіологія вивчає механізми різноманітних функцій живого організму (зростання, розмноження, дихання, харчування тощо), їхній зв'язок між собою, регуляцію та пристосування до зовнішнього середовища, походження та становлення в процесі еволюції та індивідуального розвитку особі. Кінцева мета фізіології полягає в глибокому вивченні функцій організму, яке дало б змогу впливати на них у бажаному напрямку.

Фізіологія людини вирішує принципово ті ж самі задачі, що й фізіологія тварин та фізіологія рослин. Відмінності обумовлені передусім будовою та функціями об'єктів вивчення. Для фізіології людини однією з основних задач є вивчення регулюючої та інтегруючої ролі нервової системи в організмі. ***Живий організм*** – це найбільш складне явище природи, яке відображає в собі діалектичну й біологічну двоїстість: граничну цілісність, автономію в навколишньому світі й у той же час нерозривний, постійний зв'язок із ним, без якого неможливе самооновлення всього живого. Живий організм – це самостійно існуюча одиниця органічного світу, що є саморегулюючою системою і реагує як єдине ціле на різноманітні зміни зовнішнього середовища. ***Зовнішнє середовище існування людського організму*** – це не лише навколишнє природне середовище, але і змінене, пристосоване до людських потреб, антропогенне (зокрема і техногенне) середовище та соціальне середовище. Зовнішнє середовище забезпечує організм всіма необхідними для життєдіяльності речовинами – білками, жирами, вуглеводами, мінеральними сполуками, вітамінами, мікроелементами. Разом з тим воно є джерелом постійних впливів – атмосферних (температура, тиск, вологість, іонізація, рух повітря), хімічних, віброакустичних, електромагнітних, радіаційних та ін. Всі ці явища мають вплив на організм, який для свого нормального існування і збереження автономії в органічному світі повинен точно, своєчасно й у необхідному обсязі реагувати пристосувальними

реакціями, які полягають у перебудові обміну речовин, роботі внутрішніх органів, рухового апарату, регуляторних систем. Чим складніше розвинутий і побудований організм, тим багатогранніші й численніші його взаємовідносини з навколишнім світом, тим більш різноманітні його пристосування до середовища.

Прояв життєдіяльності, який має пристосувальне значення, називається **фізіологічною функцією**. Будь-яка фізіологічна функція (частота серцебиття і дихання, артеріальний тиск, температура тіла, потовиділення, діаметр зіниці ока, хімічна реакція крові тощо) забезпечує життєво необхідне пристосування організму до мінливого навколишнього середовища. Фізіологічні функції можуть нормально здійснюватися лише в допустимих межах зовнішнього середовища й умовах правильного функціонування внутрішніх механізмів організму.

Цілісний організм та його структурні системи складаються з окремих органів і тканин, основною структурною одиницею яких є клітина. **Клітина** – найменша частина тіла, у якій відбуваються всі процеси життєдіяльності: дихання, рух, травлення, розмноження тощо. Більшість клітин невидимі для неозброєного ока. Кожна клітина має характерну форму, розмір, тривалість життя, які залежать від її функціональних властивостей (рис. 1.1).

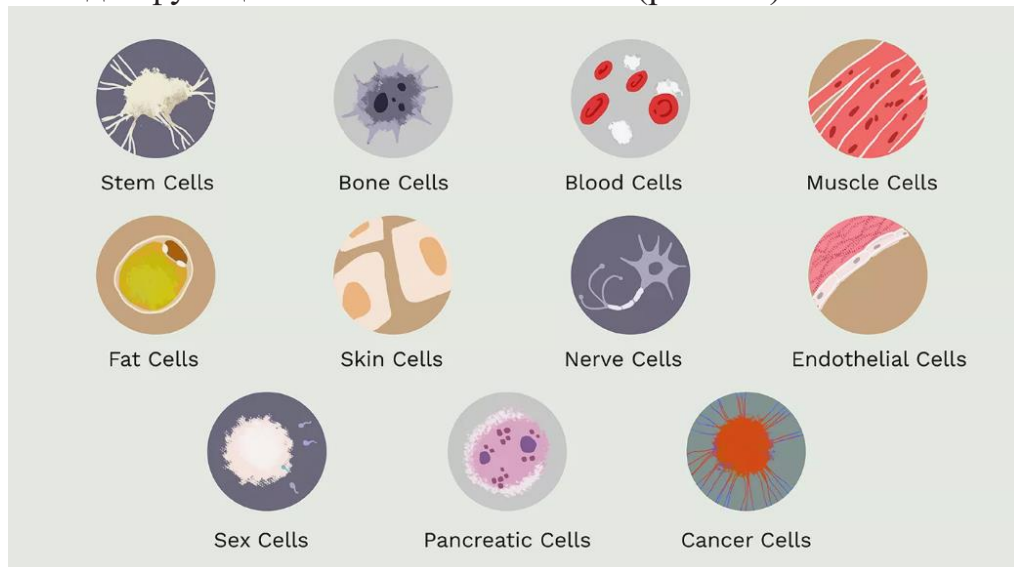


Рис. 1.1. Види клітин

Нейрони (нервові клітини) – основна структурна і функціональна одиниця нервової системи – мають тіло і відростки, що відходять від нього.

Довгі тонкі волоконця, що відходять від тіла нейрона з розгалуженнями, так звані дендрити, сприймають електричні імпульси від інших нейронів.

Найдовший відросток називається аксоном. Аксони проводять імпульси лише в одному напрямку. Деякі з них сягають довжини більш як 1 м. В організмі людини нараховується біля 10 млрд нейронів.

Лейкоцити (білі кров'яні тільця) безбарвні клітини крові людини і тварин.

Є кілька типів лейкоцитів, всі вони мають ядро і здатні до активного амебоподібного руху. В організмі вони поглинають бактерії та відмерлі клітини, виробляють антитіла. В 1 мм³ крові здорової людини міститься 4 – 9 тис. лейкоцитів.

М'язові клітини нагадують волокна, тому і зветься м'язовими волокнами. Ці ниткоподібні клітини бувають до 30 см завдовжки. Вони змінюють свою довжину відповідно до сили скорочень. Сперматозоїди (чоловічі статеві клітини) містять одинарний набір хромосом, мають головку, шийку і хвіст (джгутик).

Тіло людини, як і будь-якої живої істоти, складається з окремих органів, кожен з яких виконує певну функцію.

Шкіра, епітелій, слизові оболонки, відчуття дотику, смаку і нюх

Шкіра людини (рис. 1.2) є найбільший за площею орган людини. Вона забезпечує зовнішній захист організму, відіграє суттєву роль у підтриманні температури тіла, забезпечує відчуття дотику, тиску, болю. Шкіра складається з двох шарів – епідермісу (зовнішній шар) і дерми (внутрішній шар). Епідерміс утворений епітелієм, тобто пластом плоских тісно розташованих клітин, і має пори, через які виходить піт, та ті, через які проходять волосини. Дерма утворена волокнистою сполучною речовиною, яку пронизують кровоносні судини, нерви, волосяні фолікули, сальні та потові залози, м'язи-підіймачі волосин, які скорочуються у відповідь на холод або страх, інколи утворюючи так звану «гусячу шкіру».

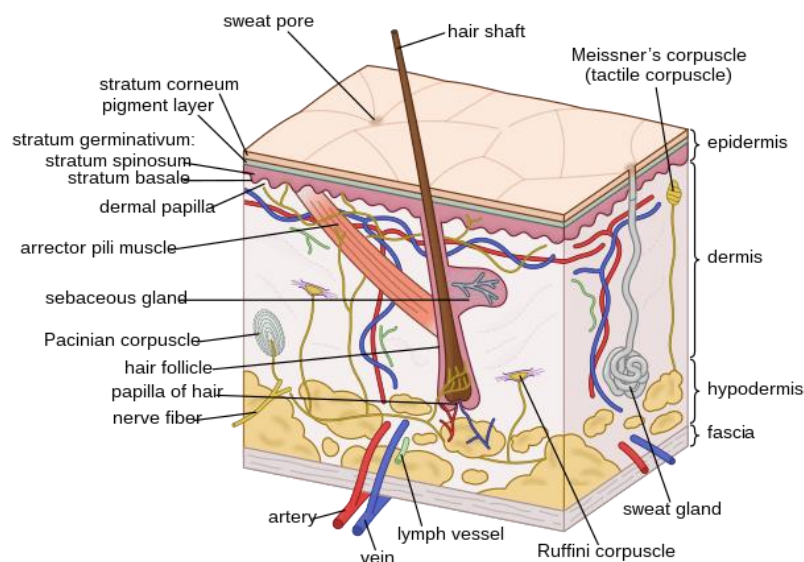


Рис. 1.2. Структура шкіри

Епітелій, або епітеліальні тканини, є важливим структурним елементом не лише шкіри, а і багатьох інших органів, які він вистеляє або вкриває. Епітеліальні тканини утворюються одним або кількома шарами клітин, які можуть мати різну форму – плоску, сплюснуту, кубічну, стовбчасту.

Простий епітелій, утворений одним шаром клітин, є у ділянках органів, що вимагають високої проникності. Простий кубічний епітелій, наприклад, міститься у пігментному шарі сітківки ока.

Внутрішні поверхні ротової порожнини, травного тракту, придаткових порожнин носа, дихальних органів, сечостатевих шляхів, вивідні протоки залоз тощо вистелені м'яким шаром, який зветься **слизовою оболонкою**. Слизова оболонка має товщину 0,5 – 4 мм, поверхня її вкрита слизом, що виділяється залозами, які знаходяться безпосередньо в оболонці, і запобігає її висиханню.

Смакові рецептори, або смакові бруньки, реагують на вплив розчинених речовин. Вони локалізуються переважно у складі сосочків язика, невелика кількість смакових бруньок знаходяться також на піднебінні, горлі та надгортаннику. Окремі смакові бруньки різних частин язика сприймають одне з чотирьох смакових відчуттів – солодке, гірке, кисле та солоне.

Нюхові рецепторні клітини розміщені у верхній частині носової порожнини у так званому нюховому епітелії. Відростки цих клітин досягають нюхових цибулин, через які здійснюється зв'язок із нюховими ділянками головного мозку. Нюх у людини розвинений краще, ніж смак. Завдяки нюху людина отримує попереджувальну інформацію про наявність у повітрі токсичних та інших шкідливих речовин.

Шкіра, епітеліальні тканини та слизові оболонки можуть уражатися внаслідок дії різноманітних чинників виробничого процесу – хімічних, фізичних, біологічних і навіть соціальних. Найбільш поширеними захворюваннями шкіри є вугрі, фурункули, бородавки, кісти, шкірні висипи та рак шкіри.

Вугрі утворюються коли сальні залози продукують надмірну кількість секрету. Цей секрет окислюється та утворює чорні пробки, що закупорюють пори шкіри. Затримка секрету, змертвіння клітин та інфікування створюють умови для запалення та утворення пустул – невеликих вогнищ запалення, заповнених гноем.

Внаслідок інфікування організму стафілококами у волосяному фолікулі або сальній залозі виникає гостре запалення і нагромаджується гній, створюючи фурункул. Група фурункулів може зливатись та збільшуватись, формуючи карбункул.

Бородавки розвиваються внаслідок інфікування шкіри папілома-вірусом людини, який спричиняє розростання клітин епідермісу. Надлишок клітин виштовхується нагору, утворюючи видиме потовщення. Кіста – мішкоподібне утворення, що містить рідину або напіврідкі маси.

У більшості кіст є щільна капсула. Поширений вид кісти – стеатома, або жировик, – капсула, заповнена секретом сальних залоз.

Висипи утворюються у разі різноманітних запалень шкіри, викликаних алергічними реакціями, інфекційними хворобами, а також такими хворобами шкіри як екзема та псоріаз. Висипи можуть охоплювати невеликі ділянки або навіть велику частину тіла і супроводжуватися гарячкою та свербінням.

Наслідком надмірного впливу на шкіру сонячного або виробничого випромінювання, яке містить ультрафіолетові промені, може бути часткова загибель клітин шкіри, зміна їхньої форми та розміру, ушкодження ДНК, зміна генетичного коду клітин і рак шкіри.

Слизові оболонки дихальних шляхів та очей можуть пересихати, внаслідок чого зменшується їх захисна здатність протистояти мікробам.

Будова ока і зір

Сприйняття людиною об'єктів зовнішнього світу через уловлювання відбитих або ж випромінюваних об'єктами променів світла зветься зором. У людини і вищих тварин світлові коливання сприймаються світлочутливими

клітинами ока. Нервове збудження через зоровий нерв та провідні шляхи центральної нервової системи передається до зорових центрів головного мозку, де виникає зорове відчуття.

Око – орган зору людини та багатьох тварин. У людини – це парний орган, що складається з власно очного яблука та додаткових структур, які забезпечують його рухомість, зволоження та захист. Очне яблуко (рис. 1.3.) має три оболонки. У зовнішній, волокнистій оболонці виділяють дві частини: прозору опуклу рогівку і білу непрозору склеру, що підтримує форму очного яблука. Середня судинна оболонка складається з райдужки, війкового тіла і власне судинної оболонки, судини якої постачають кров у всі три оболонки ока.

У задній частині сітківки, що є третьою, внутрішньою оболонкою ока, сходяться світлові промені та формується зображення.

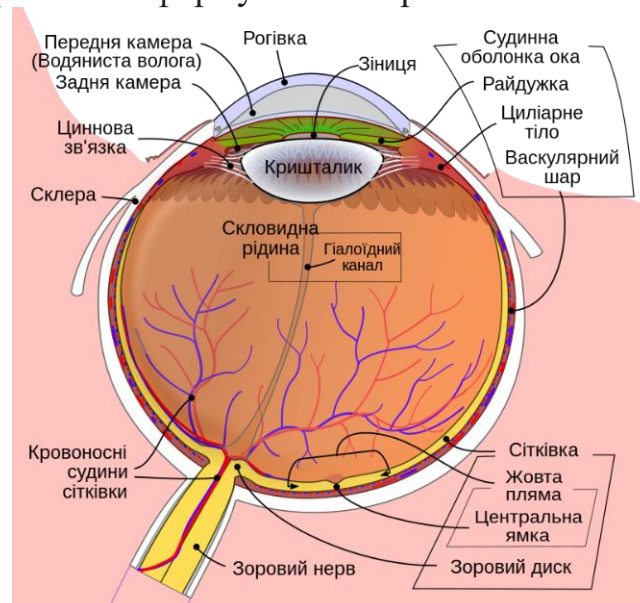


Рис. 1.3. Будова ока

Війкові м'язи очного яблука автоматично реагують на відстань до об'єкта, змінюючи опуклість кришталика; цим змінюється кут проходження променів світла і забезпечується фокусування зображення на сітківці. З віком еластичність кришталика зменшується, тому зменшується швидкість і ступінь *акомодації*, у людини з'являється вікова короткозорість.

Аномаліями зору є короткозорість, далекозорість, катаракти, глаукоми та сліпота. Нормальне функціонування органу зору зумовлене багатьма чинниками. Зміна розмірів очного яблука – видовження чи вкорочення – погіршує фокусування під час сприймання зорових образів зблизька і вдалечінь. Порушення кривизни рогівки спричиняє астигматизм, коли деякі частини поля зору стають нечіткими. З віком внаслідок фізіологічних змін часто утруднюється бачення зблизька, через втрату кришталиком еластичності.

Будова вуха, слух і рівновага

Сприйняття звукових коливань людина здійснює зовнішнім вухом (рис. 1.4.), а саме завдяки вушній мушлі – видимій частині зовнішнього вуха, яка

спрямовує звукові хвилі до слухового ходу. Звукові хвилі, потрапивши на барабанну перетинку, спричиняють її коливання.

Вухо поділяється на три частини. Зовнішнє вухо, у якому є волосини і залози, що виробляють вушну захисну сірку, служить для проведення звуку.

Середнє вухо передає механічні коливання. Внутрішнє вухо трансформує механічні коливання у нервові імпульси.

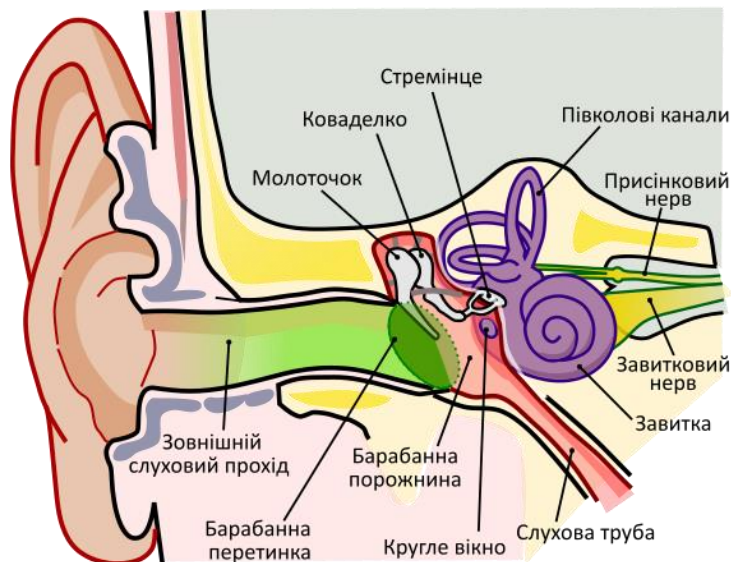


Рис. 1.4. Будова вуха

Середнє вухо – заповнена повітрям порожнина у скроневій кістці, між барабанною перетинкою і внутрішнім вухом. Три маленькі слухові кісточки – молоточок, коваделко і стремінце – передають звукові коливання від барабанної перетинки до внутрішнього вуха. Слухова (євстахієва) труба сполучає середнє вухо з носовою частиною горла, цей канал вирівнює тиск по обидва боки барабанної перетинки. Стремінце – це найменша кісточка, яка нагадує кінське стремено. З'єднана з коваделком за допомогою суглоба і, подібно до двох інших слухових кісточок (молоточка і коваделка) утримується завдяки зв'язкам.

Звукові хвилі зумовлюють коливання барабанної перетинки. Слухові кісточки передають коливання до овального вікна – на перетинку, що закриває вхід до внутрішнього вуха. Її коливання спричиняють хвилеподібні рухи рідини, що заповнює завитку, наслідком чого є подразнення волоскових клітин.

Завитка має три заповнених рідиною канали, що лежать паралельно і закручені навколо кісткової осі. Серединний канал – завиткова протока – містить спіральний (Кортіів) орган, що сприймає звукові подразнення. Цей орган локалізований на мембрані, складається з підтримуючих клітин і тисяч укладених рядами чутливих волоскових клітин, що перетворюють механічні коливання на електричні імпульси, які передаються до головного мозку.

Нормальне функціонування органу слуху так само, як і органу зору залежить від багатьох чинників. Ураження його можливе як від надмірного звуку, так і внаслідок дегенеративних змін, що виникають із віком. Слух та зір взаємопов'язані таким чином, що зменшення функціональних можливостей одного компенсується підсиленням іншого.

Скелетна система

Скелетна система, або скелет людини – сукупність твердих тканин в організмі, що дає тілу опору, разом з суглобами, м'язами, зв'язками та сухожиллями складає опорно-руховий апарат і захищає тіло від механічних ушкоджень. Скелет людини складається з двох головних частин – осьового скелету, до якого входять хребтовий стовп, ребра, грудина та череп, і додаткового скелету, який сформовано кістками верхніх та нижніх кінцівок разом з ключицями, лопатками і тазом. Організм дорослої людини в середньому налічує 206 кісток.

Кістки досить міцні, щоб підтримувати масу тіла, і досить легкі для виконання рухів. Вони забезпечують захист внутрішніх органів і є місцем зберігання важливих для організму мінеральних речовин – кальцію, фосфору, магнію тощо. У кістковому мозку продукуються червоні кров'яні тіลця і деякі види білих кров'яних тілець. Хвороби кісток та їх з'єднань є одними з основних причин втрати здоров'я та працездатності, особливо у літніх людей. Кісткова тканина є різновидом з'єднувальної тканини. Вона утворена спеціалізованими клітинами і волокнами білкової природи, які заповнені дрібнозернистою напіврідкою речовиною – матриксом, – що складається з води, мінеральних солей і вуглеводів. Протягом життя людини кістки перебудовуються: руйнуються старі клітки, утворюються нові, змінюючи свою форму і пропорції у процесі росту або після ушкоджень. Різне призначення кісток в організмі зумовлює різну їхню форму. Довгі кістки – стегнові, гомілкові, плечові, ліктьові, фаланги тощо – піднімаються та опускаються подібно до важелів. Короткі кістки – надп'яtkова, зап'ясток та інші – виконують роль містків, а плоскі кістки, якими є більшість кісток черепа, – захисну функцію. В товщі сухожилків або суглобових капсул, як шарики у шарикопідшипниках, знаходяться сесамоподібні кістки. Хребці, деякі кістки тазу та черепу належать до неправильних кісток.

На прикладі довгої кістки (рис. 1.5) розглянемо її структуру, будову та механізм росту. Вздовж центральної осі сформованої довгої кістки проходить мозковий канал, у якому знаходиться жовтий кістковий мозок, утворений переважно жировою тканиною, та проходять кровоносні судини. Кінці довгої кістки містять червоний кістковий мозок, що є продуцентом клітин крові.

Одразу після народження людини червоний кістковий мозок є у всіх кістках, але з часом у більшості кісток перероджується на жовтий кістковий мозок, який не утворює клітин крові.

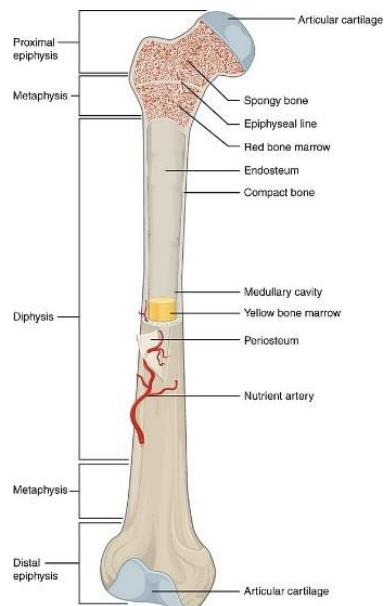


Рис. 1.5. Будова довгої кістки

Кістковий мозок оточений пластинами губчастої кістки, яка складається з «кісткових балок» – перекладок, орієнтованих вздовж напрямків дії найбільших навантажень, завдяки чому кістка має міцність сталі, а масу алюмінію.

Губчаста кістка у свою чергу знаходиться всередині компактної кістки, утвореної зі щільно укладених остеонів. Центральний канал кожного остеона містить кровоносні судини і нерви, а оточують його концентричні нашарування кісткових пластинок.

Усю поверхню кістки, за винятком суглобових частин, вкриває тонка волокниста оболонка – окістя, або періост. Вузкими поперечними каналами окістя сполучається з мозковим каналом кістки. Кровоносні судини окістя забезпечують кістку поживними речовинами, а нерви проводять больові відчуття.

Більшість кліток утворюються з хрящових зачатків. Біля кінців довгих кісток, де окістя заміщене хрящем, є епіфіз, або епіфізарна пластинка росту.

Хрящові клітини тут інтенсивно розмножуються і формують клітини, які зсувають старші клітини ближче до середини кістки. Закінчується ріст кісток у 17 – 21-річному віці.

Досить поширеною травмою на деяких видах робіт є перелом кістки. Розрізняють переломи закриті (прості), коли зламана кістка залишається під шкірою, та відкриті (складні), коли фрагменти зламаної кістки виступають назовні, травматичні та патологічні, тобто викликані деякими захворюваннями.

В залежності від кута, ступеню дії сили та місця ураження можливі різні форми переломів. Найчастіше зустрічаються такі: поперечні, осколкові, гвинтоподібні, типу «зеленої гілки».

Сильний прямий чи під кутом удар може спричинити поперечний або осколковий перелом. Різде раптове скручування кістки може зламати її тіло по діагоналі, іноді з утворенням зазублених кінців. У юному віці зустрічається тріщина довгої кістки з одного боку, так званий перелом «зеленої гілки», що легко виліковується.

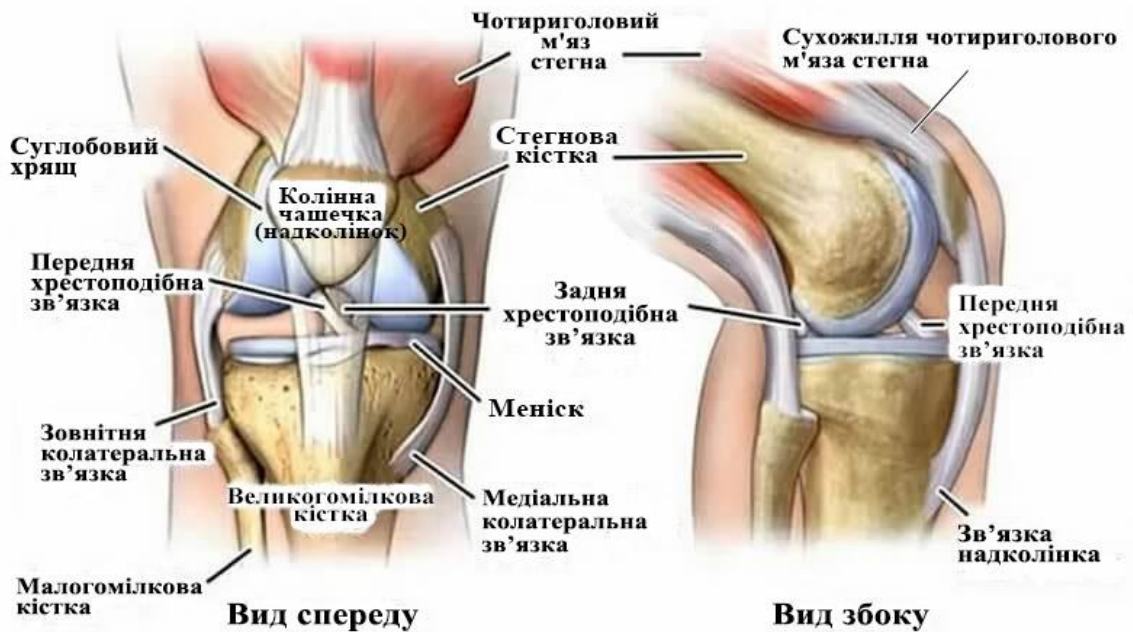


Рис. 1.6. Будова колінного суглоба

Сполучення кісток класифікують за будовою або за характером рухів у них. У вільно рухомих синовіальних сполученнях, що звуться суглобами, поверхні кісток ковзають одна по одній майже без тертя. Найбільший суглоб, колінний, наведено на рис. 1.6. На цьому рисунку показані м'язи, розтягнута суглобова капсула, внутрішньо- та зовнішньокапсулярні зв'язки – потовщення суглобової капсули, які укріплюють суглоб, особливо під час рухів, меніски.

Міцність та структура кісток залежать від харчування людини, її гормонального балансу та вікових змін. Ослаблення кісток, що зветься остеопорозом, поступово розвивається з віком майже у кожного. Ураження спинного мозку або спинномозкових нервів призводить до втрати чутливості та моторної функції, іноді настає параліч кінцівок. Сповільнюють цей процес фізичні навантаження та вживання кальцію.

Суглобовий хрящ утворює гладеньке захисне покриття суглобових поверхонь кісток. Меніски, або суглобові диски – це характерні саме для коліна та зап'ястка хрящові прокладки, що поменшують поштовхи. Будова суглоба сприяє виконанню лише певних рухів, і будь-який рух надмірної сили або у неправильному напрямку часто спричиняє травму. Травми виникають також унаслідок удару, падіння, а також при перевантаженнях. Загальний термін, який використовують для позначення захворювань суглобів, що проявляються болем – артрит.

Дихальна система

Людський організм не можна уявити без дихання. Дихання є природною функцією людини, якою починається і закінчується її життя. Організм не здатний накопичувати кисень, тому людині потрібно дихати і вдень і вночі. Частота та глибина дихання можуть змінюватись свідомо, але внутрішня потреба у диханні регулюється підсвідомими центрами стовбура мозку.

Організм реагує на зміну рівня кисню і вуглекислого газу в крові без участі свідомості.

В організмі відбувається два види дихання – зовнішнє та внутрішнє.

Зовнішнє дихання – те, яке ми бачимо, чуємо, відчуваємо – це процес обміну кисню і вуглекислого газу в легенях. Внутрішнє дихання відбувається в тканинах тіла, де кисень, принесений кров'ю з легень, обмінюється з вуглекислим газом. Вуглекислий газ утворюється в клітинах внаслідок розщеплення поживних речовин, далі з кров'ю він надходить до легень, звідки видихається.

Рух повітря в легені та в зворотному напрямку зумовлений різницею тиску всередині та зовні тіла, що створюється діафрагмою та іншими м'язами, що допомагають їй. Доросла людина вдихає близько 500 мл повітря з частотою 12-17 дихальних рухів на хвилину. Рівень атмосферного тиску становить приблизно 760 мм рт. ст. При скороченні діафрагми об'єм грудної порожнини збільшується і тиск всередині легень та плевральній порожнині знижується.

Повітря рухається у напрямку нижчого тиску і заповнює легені. При розслабленні діафрагми тиск у грудній порожнині зростає і повітря видихається. Частота і об'єм повітря, що кожен раз надходить у легені та виходить з них, зростає автоматично, як тільки виникає потреба у більшій кількості кисню.

Легені (рис. 1.7) – це два губчастих органи, захищені грудною кліткою, які заповнюють більшу частину грудної порожнини. Грудна порожнина відокремлена від черевної діафрагмою – м'язом у формі купола. Основна функція легень – забезпечення організму киснем і виділення з нього вуглекислого газу. Поверхня газообміну у легенях у 40-75 раз більше за поверхню тіла.

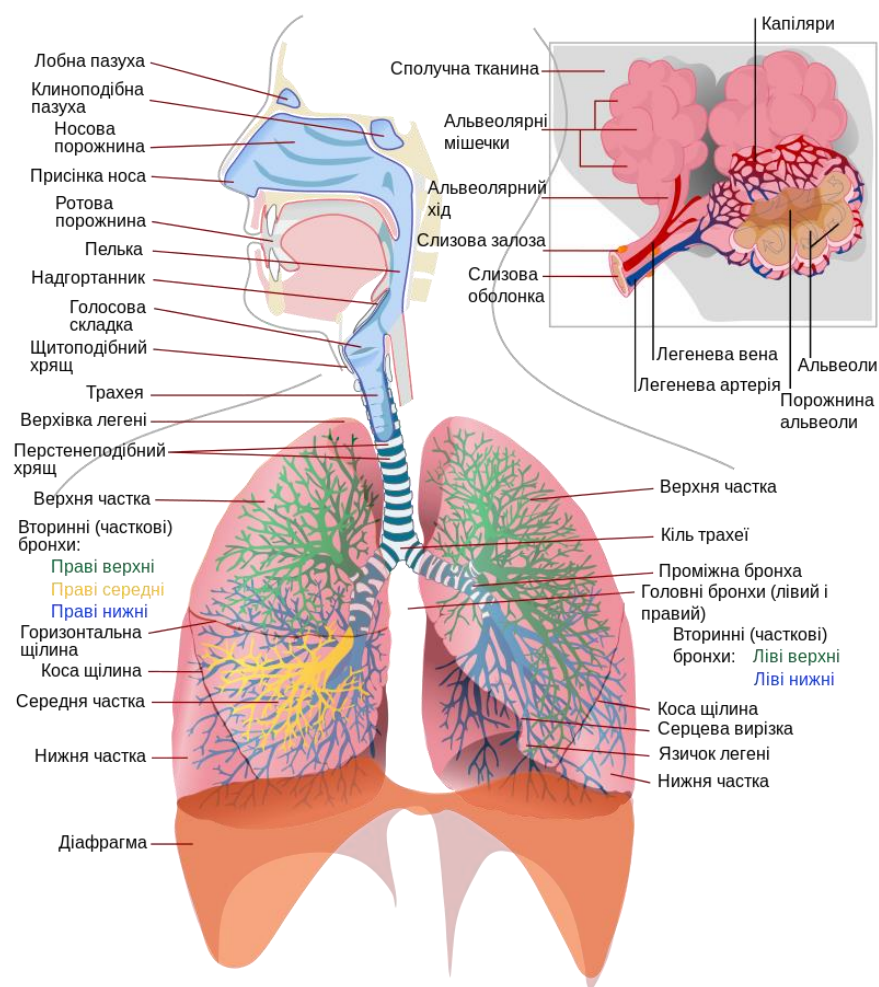


Рис. 1.7. Легені

Кожна легеня – конусоподібний орган з увігнутою основою, що прилягає до діафрагми. Повітря заходить у легені через систему дихальних шляхів, що починається з трахеї. Трахея розгалужується, утворюючи **два головних бронхи**, кожен з яких входить у ворота легені та розгалужується на бронхи меншого розміру. Гілками головних бронхів є п'ять вторинних (часткових) бронхів, які в свою чергу, слугують основою третинних або сегментарних бронхів. Оскільки кожен сегмент легенів вентилується своїм сегментарним бронхом, можна хірургічно видалити один із сегментів.

Кожен сегментарний бронх всередині розгалужується до термінальних бронхіол, яких налічується майже 30 тисяч у кожній легені. Ці мініатюрні бронхіоли, що є кінцевими розгалуженнями сегментарних бронхів, діляться на дві або більше респіраторних бронхіол, які ведуть у альвеоли через альвеолярні ходи (рис. 1.8).

Дихальні міхурці легень, що зветься альвеолами, мають еластичні тонкі стінки і наповнюються повітрям через респіраторні бронхіоли. Деякі лейкоцити (макрофаги) постійно присутні на внутрішній поверхні альвеоли; вони захоплюють і перетравлюють бактерії, хімічні й механічні частинки. Кисень переходить у кров через стінки альвеоли шляхом дифузії та потрапляє в оточуючу сітку кровоносних капілярів. Вуглекислий газ, кінцевий продукт обміну,

дифундує із крові в альвеолу, звідки й видихається. Якщо у легенях ушкоджена більшість альвеол, поверхня газообміну втрачається і дихання стає неможливим.

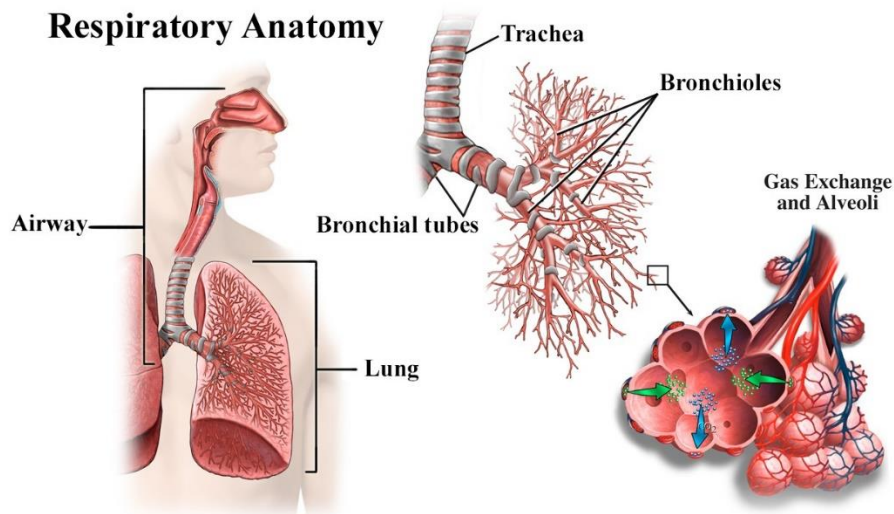


Рис. 1.8. Респіраторні бронхіоли та альвеоли

Оскільки повітря містить бактерії, віруси, грибки, які живуть у ньому, під час дихання всі вони потрапляють у дихальні шляхи, що зумовлює поширеність респіраторних інфекцій. Інфекційні захворювання верхніх дихальних шляхів можуть мати легку форму перебігу (застуда, фарингіт) чи тяжчу (синусит).

Ураження нижніх відділів дихальної системи може спричиняти розвиток бронхіту або захворювання легень – пневмонію.

У розвитку низки захворювань дихальних шляхів суттєву роль відіграє вдихання повітря, що містить гази, дим, органічні речовини, а особливо пил.

Дія часточок пилу призводить до запалення та необоротного рубцювання легень. Поширеним професійним захворюванням є силікоз – форма фіброзу легень, зумовлена вдиханням пилу кремнезему, переважно кварцу. Групи ризику становлять робітники копалень, каменярів, шахтарів, хоча задишка у них може не з'являтися багато років. Захворювання іноді призводить до раку легень, особливо у курців. Слід зазначити, що рак легень трапляється у промислових районах набагато частіше, ніж у сільській місцевості.

Системи та функції організму людини.

Однією з основних функцій організму людини, як і будь-якої іншої істоти, є самовідтворення та забезпечення умов для виживання потомства. Це можливе лише в тому випадку, коли всі **структурні системи організму** працюють злагоджено та ефективно, забезпечуючи нормальну життєдіяльність.

Виділяють десять таких систем, а саме: **скелетна, м'язова, серцево-судинна, нервова, ендокринна, імунна, дихальна, травна, репродуктивна та сечовидільна**.

Вище ми вже розглянули шкіру, скелетну та дихальну систему, а також такі важливі елементи нервової системи як око та вухо. Будь-який організм характеризується цілісністю й самостійністю. Між його органами і тканинами відбувається постійна взаємодія, у ході якої встановлюється необхідний рівень активності. Самостійність організму повною мірою визначається **гомеостазом** –

відносною динамічною сталістю складу і властивостей внутрішнього середовища організму в умовах зовнішнього середовища, що постійно змінюється.

У наведеному визначенні вказівка на «відносну динамічність» і «сталість» відображає дві протилежні тенденції організму як біологічної системи – **стабільність і динамічність його внутрішнього середовища**. Під впливом зовнішнього середовища організм зазнає дії збурювальних факторів, спрямованих на різноманітні зсуви й відхилення його внутрішнього середовища. Цьому протидіє еволюційно закріплена здатність організму зберігати сталість складу і властивостей внутрішнього середовища (гомеостаз). Результируюча подібних взаємодій проявляється в різноманітних коливаннях життєдіяльності. В одних випадках допустима межа коливань фізіологічних функцій досить велика, наприклад, рівень артеріального тиску, частота дихання, секреторна діяльність травних залоз та ін. («гнучкі константи»). Інші показники, наприклад, хімічна реакція крові мають незначний діапазон зсувів («жорсткі константи»).

У процесі життєдіяльності організму з метою досягнення ним корисного результату (збереження гомеостазу чи виконання поставленого завдання) постійно відбуваються тимчасові об'єднання органів і тканин у **функціональні системи**.

Функціональна система, необхідна для досягнення організмом корисного результату – це вищий рівень структурно-функціональної будови організму, в якому виділяються різні рівні: молекулярно-генетичний, клітинний, органний, організмовий. На кожному з цих рівнів виконується певний комплекс фізіологічних процесів – від біосинтезу структур у клітині до специфічної діяльності тканин і органів, які, у процесі взаємодії, забезпечують існування організму як єдиної інтегральної системи.

В основі життєдіяльності є обмінні процеси. Обмінні взаємовідносини між живими об'єктами й зовнішнім середовищем забезпечують як надходження в організм необхідних для його існування складних органічних речовин, так і стійкість його внутрішнього середовища.

Обов'язковою умовою для життя є триєдиний потік – речовин, енергії та генетичної інформації.

У процесі обміну речовини і енергії постійно протікають процеси **асиміляції і дисиміляції**. Асиміляція забезпечує накопичення в організмі речовин і енергії, необхідних для формування і функціонування різних органів і тканин.

Дисиміляція призводить до розпаду хімічних сполук і звільнення енергії, яка направлена на здійснення всіх життєвих процесів.

Асиміляція і дисиміляція відбуваються одночасно, але їх інтенсивність і взаємний баланс можуть відрізнятися. Так, на протікання обмінних процесів впливають вікові особливості організму. На більш ранніх стадіях розвитку людини, в період росту і розвитку, обмін речовин і енергії відзначається високою активністю, водночас асиміляція переважає над дисиміляцією. У цих умовах забезпечується збільшення росту і маси тіла.

У зрілому віці простежується відносна рівновага між процесами асиміляції і дисиміляції. Ця стійкість відображає припинення вікового дозрівання і

стабілізацію маси тіла. Похилому і старшому віку властиве деяке переважання дисиміляції над асиміляцією з різними обмінними зсувами. У цей період менш раціональне використання організмом продуктів харчування нерідко призводить до схуднення чи ж навпаки до ожиріння.

Обмін речовин і енергії як основна функція організму реалізується у вигляді різноманітного комплексу фізіологічних реакцій, які визначають різні форми життєдіяльності організму, окремих його органів і систем. Разом з тим вони визначають загальні властивості його цілісності, забезпечують основні закономірності функціонування. Такими реакціями є **подразливість, збудливість, лабільність, адаптації та рефлекторні реакції**.

Подразливість – здатність відповідати на дію подразника комплексом хімічних і фізико-хімічних змін в органах і тканинах. В їх основі знаходяться зсуви в обміні речовин, у першу чергу білкових сполук. Розрізняють такі групи подразників: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні.

Збудливість – здатність відповідати на дію подразників переходом органу чи тканини у свій специфічний діяльний стан. Так, м'яз реагує скороченням чи напруженням волокон, нервовий стовбур – потоком потенціалів дії, залозиста тканина – утворенням продуктів своєї діяльності.

Лабільність, або функціональна рухливість – швидкість хвилеподібного переходу тканини із стану спокою в стан збудження і надалі виходу з нього.

Більш збудливі органи і тканини відзначаються і більшою лабільністю, менш збудливі – порівняно низькою. Одна і та ж тканина в різних умовах може в певних межах змінювати свою лабільність.

Адаптація, або ж пристосовуваність – здатність реагувати сукупністю фізіологічних реакцій, пов'язаних зі зміною умов зовнішнього середовища.

Адаптаційні реакції спрямовані на збереження гомеостазу і, по суті, є результатом зміни речовини і енергії. За допомогою механізму адаптації здійснюється переключення функціонального стану організму з одного рівня діяльності на інший. Сигналом для **адаптивної** перебудови є зміни умов середовища, тобто відхиляючі впливи на гомеостаз.

Регуляторні реакції – здатність організму керувати гомеостазом і забезпечувати взаємодію з навколишнім середовищем. Регуляторні процеси здійснюються нервовою і гуморальною системами та клітинними механізмами.

У ході еволюції виникли й безперервно вдосконалювалися різні форми регуляції фізіологічних функцій.

1.2. Фізіологія праці

Основні поняття, терміни та визначення в галузі фізіології праці

Фізіологія праці – галузь фізіології, що вивчає зміни стану організму людини в процесі різних форм її трудової діяльності та розробляє найбільш сприятливі режими праці та відпочинку.

Вивчення різних форм трудової діяльності людини передбачає, в першу чергу, визначення фізіологічного змісту праці (механічного та психічного компонентів праці; напруженості праці; фізичного та розумового навантаження; нервової та емоційної напруженості; оптимального ритму та темпу праці; монотонності роботи; стомлення і перевтоми; обсягів інформації, що отримуються і опрацьовуються і т. ін.). Також воно потребує і одночасного поглибленого вивчення фізіологічних та біохімічних процесів, що відбуваються в організмі людини, бо саме ці процеси є основою трудової діяльності людини (обмін речовин і енергії, перетворення енергії і речовин в організмі і т. ін.).

В результаті є можливим визначення допустимого навантаження на організм людини під час роботи та розробка раціонального режиму праці та відпочинку, раціональної організації робочого місця, проведення професійного відбору, а це, в свою чергу, дає змогу забезпечити оптимальну працездатність людини протягом тривалого часу.

Механічний і психічний компоненти праці - це ті два компоненти, які супроводжують будь-який вид трудової діяльності людини.

Механічний компонент визначається, перш за все, роботою м'язів.

Навіть складні трудові процеси складаються з простих м'язових рухів, які керуються та регулюються за допомогою центральної нервової системи. Під час роботи м'язів до них посилено надходить кров, що насичує живильними речовинами та видаляє продукти розпаду цих речовин. Цьому процесу сприяє активна робота серця і легень, для інтенсивної роботи яких теж необхідні додаткові витрати енергії.

Психічний компонент характеризується, перш за все, участю в трудових процесах органів почуттів, пам'яті, мислення, емоцій і вольових зусиль. Будь-який з видів праці вимагає не тільки фізичних зусиль, але і творчої активності, і він не обходиться без регулюючої функції центральної нервової системи і, в першу чергу, півкуль головного мозку.

У різних формах трудової діяльності частка механічного і психічного компонентів неоднакова. Так, під час фізичної роботи переважає м'язова діяльність, а під час розумової - активізуються процеси мислення.

Фізичне навантаження

Фізична праця характеризується підвищеним навантаженням, в першу чергу, на м'язову систему та на такі функціональні системи організму людини, як серцево-судинну, дихальну та обміну речовин. Водночас робота м'язової системи може мати як статичний, так і динамічний характер.

Статична робота пов'язана з фіксацією знарядь і предметів праці в нерухомому стані, а також з наданням людині статичної робочої пози. За

умови статичної роботи сприйняття навантаження залежить від функціонального стану тих чи інших м'язових груп. Особливістю статичної роботи є її виражена стомлююча дія, обумовлена довгостроковим скороченням і напруженням м'язів та відсутністю умов для повноцінного кровообігу, унаслідок чого знижується подача кисню, відбувається нагромадження продуктів розпаду у клітинах. За такої умови тривала присутність осередку напруження в корі головного мозку, сформованого групою навантажених м'язів, також призводить до розвитку стомлення (тимчасове зниження працездатності).

Динамічна робота - це процес скорочення м'язів, пов'язаний з переміщенням тіла чи його окремих частин у просторі. За динамічної роботи сприйняття навантаження залежить від ефективності систем, що постачають енергію (серцево-судинна і дихальна), а також від їхньої взаємодії з іншими системами та органами. Енергія, що витрачається під час динамічної роботи перетворюється в механічну і теплову. Динамічні зусилля мають переривчастий характер, що сприяє більш повноцінному кровообігу і меншій стомлюваності м'язів. Робота протягом тривалого часу без перерв на відпочинок призводить до зниження продуктивності праці і чим більше навантаження м'язів, тим швидше відбувається стомлення. Дослідження в області фізіології праці показали, що для виконання тривалої фізичної роботи важливо вибирати середні величини темпу і навантажень, за такої умови стомлення буде виникати пізніше. Було також встановлено, за умови активного відпочинку (зміна роду діяльності) відновлення працездатності людини відбувається швидше, ніж за пасивного відпочинку.

Фізичне навантаження обумовлює підвищення рівня обмінних процесів, що зростають в міру збільшення навантаження. Показниками фізичного навантаження можуть бути кров'яний тиск (мм рт. ст.), розподіл кровообігу в тканинах (мл/хв на 100 г м'язової тканини), максимальне споживання кисню (мл/хв на 1 кг маси тіла), частота серцевих скорочень (поштовхів/хв) і т. ін.

Енергетичні витрати, що визначають важкість фізичної праці, прийнято вимірювати в кДж/с, кДж/хв, кДж/година; ккал/хв, ккал/година (1 ккал=4,2 кДж). Наприклад, за умови навантаження 300 ккал/хв (1250 кДж/хв) максимально можлива тривалість фізичної праці складає частки секунд, за навантаження 15 ккал/хв (63 кДж/хв) – 1 година, а за навантаження 2,5 ккал/хв (11 кДж/хв) – необмежений час. Якщо в стані спокою продуктивність (хвилинний кровообіг) серця складає 3...4 л/хв, то за інтенсивної роботи може досягати 30...35 л/хв. За такої умови число серцевих скорочень може збільшуватися з 60 до 180...200 поштовхів/хв. Легенева вентиляція в стані спокою складає 6...8 л/хв, за інтенсивного навантаження досягає 100 л/хв.

Статичне навантаження з енерговитратами понад 293 Дж/с належить до важкого. Під час виконання робіт зі значною м'язовою напруженістю (грабар, вантажник, коваль, лісоруби, і ін.) енергетичні витрати на добу досягають 16,8...25,2 МДж (4000-6000 ккал). Добові витрати енергії для осіб, які виконують роботу середньої тяжкості (верстатники, сільськогосподарські робітники та ін.) досягають 12,5...15,5 МДж (2900-3700 ккал), якщо максимальна маса вантажів, що піднімаються вручну, не перевищує 5 кг для жінок і 15 кг для чоловіків, то

робота характеризується як легка (енерговитрати до 172 Дж/с). У разі виконання однієї і тієї ж роботи енерговитрати можуть значно змінюватися в залежності від пози людини. Так, у процесі ручного зварювання сидячи витрати енергії складають 81,0-109,6 Дж/с (1,16-1,57 ккал/хв), а у випадку роботи стоячи і зварюванню на рівні пояса - 176,7 Дж/с (2,53 ккал/хв).

Фізична праця, що розвиває систему і стимулює обмінні процеси, водночас має ряд негативних наслідків. Насамперед, це соціальна неефективність фізичної праці, пов'язана з низькою продуктивністю, необхідністю високої напруги фізичних сил (великими енергетичними витратами) і потребою в тривалому (до 50 % робочого часу) відпочинку. У сучасному виробництві частка фізичної праці постійно знижується (у розвинутих країнах частка неавтоматизованої праці не перевищує 8 % від загальних трудових витрат).

Розумові навантаження

Розумова праця поєднує роботи, пов'язані з отриманням і обробкою інформації, що вимагають переважно напруженості сенсорного апарату, уваги, пам'яті, а також активізації процесів мислення та емоційної сфери. Можна виділити дві основні форми розумової праці (за професіями). До першої належать професії в сфері матеріального виробництва (конструктори, проєктанти; інженери-технологи, управлінський персонал, оператори технологічного устаткування, програмісти й ін.), а до другої - професії поза матеріальним виробництвом (учені, лікарі, учителі, учні, письменники, артисти й ін.).

Фізіологічною особливістю розумової праці є мала рухливість і вимушена одноманітна поза. Водночас послабляються обмінні процеси, що обумовлюють застійні явища в м'язах ніг, органах черевної порожнини і малого тазу, погіршується постачання кисню до головного мозку. Водночас мозок споживає за такої умови близько 20 % всіх енергетичних ресурсів людини.

Приплив крові до працюючого мозку збільшується в 8-10 разів у порівнянні зі станом спокою. Вміст глюкози в крові збільшується на 18-36 % і зростає вміст адреналіну та жирних кислот. Збільшується споживання амінокислот, вітамінів групи В. Погіршується гострота зору, контрастна чутливість і зорова працездатність, унаслідок чого збільшується час зорово-моторних реакцій.

Тривале розумове навантаження впливає на психічну діяльність, погіршує функції уваги (обсяг, концентрація, переключення), пам'яті (короткочасної і довгострокової), сприйняття (збільшується частота помилок). За значної розумової напруженості спостерігається тахікардія (частішання пульсу), підвищення кров'яного тиску, зміни в електрокардіограмі, електроенцефалограмі, які характеризують біоелектричну активність мозку, збільшення легеневої вентиляції і споживання кисню. А ці функціональні зміни в організмі, в свою чергу, викликають настання гальмових процесів: ослаблення пильності й уваги, стомлення.

Незважаючи на те, що розумова робота не пов'язана з великими енергетичними витратами, наприклад, добові витрати енергії для осіб розумової праці (інженери, педагоги, лікарі та ін.) сягають в середньому 10,5...11,7 МДж

(2500-2800 ккал), все ж таки вона призводить до значного стомлення, перевтоми і ставить до організму не менше вимог, ніж інтенсивне фізичне навантаження. Особливо це стосується діяльності «операторів» у сучасному виробництві, яка має свої особливості:

- з розвитком техніки збільшується число об'єктів, якими необхідно керувати, і одночасно кількість параметрів, які за такої умови необхідно враховувати. Це ускладнює і підвищує роль операцій щодо планування й організації праці, стосовно контролю і керування виробничими процесами;

- розвиваються системи дистанційного керування і людина дедалі віддаляється від керованих об'єктів, про динаміку стану яких вона судить не за даними безпосереднього спостереження, а на підставі сприйняття сигналів, що надходять від реальних об'єктів;

- часто сигнали від об'єктів надходять у кодованому виді, що обумовлює необхідність декодування та уявного співставлення отриманої інформації зі станом реального об'єкта;

- збільшення складності і швидкості виробничих процесів висуває підвищені вимоги до точності дій оператора, швидкості прийняття рішення в здійсненні управлінських функцій; зростає ступінь відповідальності за свої дії, а це призводить до збільшення навантаження на нервово-психічну діяльність людини.

- для оператора характерне обмеження рухової активності зі зменшенням м'язової активності, що пов'язано з переважним використанням малих груп м'язів;

- іноді оператор виконує роботу в умовах ізоляції від звичного соціального середовища;

- підвищення ступеня автоматизації виробничих процесів вимагає від оператора готовності до екстрених дій, водночас відбувається різкий перехід від монотонної роботи до активних енергійних дій, що призводить до виникнення сенсорних, емоційних і інтелектуальних перевантажень.

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на центральну нервову систему. Перш за все – це ступінь емоційного навантаження на організм людини в разі інтенсивної роботи мозку стосовно одержання і переробки інформації. Саме це здебільшого і визначає напруженість праці. Крім того, у разі оцінки ступеня напруженості праці враховують і такі ергономічні показники, як змінність праці, позу, число рухів, зорову і слухову напруженість та ін.

Стомлення і перевтома

Будь-яка діяльність, якщо вона оптимальна для організму за інтенсивністю і тривалістю та відбувається у сприятливих виробничих умовах, сприятливо впливає на організм і удосконалює його. Ефективність діяльності людини базується на рівні психічної напруги, яка прямопропорційна складності задачі. Психічна напруга - це фізіологічна реакція організму, що мобілізує його ресурси (біологічно і соціально корисна реакція). Під впливом психічної напруги змінюються життєво важливі функції організму: обмін речовин, кровообіг,

дихання. У поведінці людини спостерігається загальна зібраність, дії стають більш чіткими, підвищується швидкість рухових реакцій, зростає фізична працездатність. Водночас загострюється сприйняття, прискорюється процес мислення, поліпшується пам'ять, підвищується концентрація уваги. Пристосувальні можливості психічної напруги тим більше, чим вище психічний потенціал особистості. Механізм емоційної стимуляції має фізіологічний бар'єр, за яким настає негативний ефект (поза межна форма психічної напруги). За надмірної інтенсивності чи тривалості робота призводить до розвитку вираженого стомлення, зниження продуктивності, неповного відновлення за період відпочинку.

Стомлення – загальний фізіологічний процес, яким супроводжуються усі види активної діяльності людини. З біологічної точки зору, стомлення - це тимчасове погіршення функціонального стану організму людини, що виявляється в змінах фізіологічних функцій і є захисною реакцією організму.

Воно спрямоване проти виснаження функціонального потенціалу центральної нервової системи і характеризується розвитком гальмових процесів у корі головного мозку.

Внаслідок невідповідності між витратами організму в процесі роботи і темпом протікання відновлювальних процесів виникає *перевтома*. Поза межні форми психічної напруги викликають дезінтеграцію психічної діяльності різної вираженості. За такої умови втрачається жвавість і координація рухів, знижується швидкість відповідних реакцій (гальмовий тип), з'являються непродуктивні форми поведінки - гіперактивність, тремтіння рук, запальність, невластива різкість і ін. (збудливий тип). Обидва типи поза межної напруги супроводжуються вираженими вегетативно-судинними змінами (блідість обличчя, краплі поту, прискорений пульс). До суб'єктивних ознак перевтоми належить почуття втоми, бажання знизити ритм роботи чи припинити її, почуття слабості в кінцівках. *Важке стомлення* – крайній варіант фізіологічного стану, що граничить з патологічними формами реакції. У випадку перевтоми порушуються відновні процеси в організмі. Прикмети втоми не зникають до початку роботи наступного дня. За наявності хронічної перевтоми часто зменшується маса тіла, змінюються показники серцево-судинної системи, знижується опір організму до інфекції і т. ін. Це спричиняє зниження продуктивності праці, збільшує кількість помилок. Такий стан насамперед утруднює складні (інтелектуальні) і нові, що не стали звичними, дії.

Поза межні форми психічної напруги нерідко є результатом неправильних дій оператора і створюють небезпечні ситуації.

На виникнення стомлення впливають зацікавленість людини в роботі, його функціональний стан, фізичний розвиток, тренуваність, досвід роботи і т. п. У сучасних умовах особливого значення набуває стомлення, що розвивається за відсутності діяльності, у процесі виконання одноманітної, нецікавої роботи, за значних розумових і емоційних навантажень, пов'язаних з необхідністю швидкого прийняття рішень, труднощами задачі, дефіцитом часу, підвищеною відповідальністю, небезпекою, невдачами в діяльності і т. д.

У профілактиці стомлення і перевтоми працівника значна роль належить організації **раціонального режиму праці і відпочинку**. Фізіологи обґрунтували декілька умов підвищення працездатності, що сприяють ефективному попередженню стомлення:

- у будь-яку роботу потрібно вникати поступово;
- умовою успішної працездатності є розміреність та послідовність;
- звичність, систематичність;
- недбалість і квапливість у праці не припустима;
- фізіологічно обґрунтоване чергування праці і відпочинку, а також зміна форм діяльності (найбільш ефективним є відпочинок, пов'язаний з активним діяльним станом);
- сприятливе відношення суспільства до праці (мотивація праці і соціальні умови).

Обмін речовин і енергії

Між організмом і навколишнім середовищем постійно відбуваються обміни речовинами й енергією, які починаються з надходження в організм води і продуктів харчування. У травному тракті частина речовин розщеплюється на більш прості і переходить у внутрішнє середовище організму: кров і лімфу. З кров'ю ці речовини надходять у клітини, де відбуваються процеси їхнього хімічного перетворення: біосинтез білків, жирів і вуглеводів та розкладання складних органічних речовин. Кінцеві продукти обміну речовин виділяються з організму.

Таким чином, обмін речовин - це складний ланцюговий процес перетворень речовин в організмі, починаючи з їхнього надходження з навколишнього середовища і завершуючи виділеннями продуктів розпаду. У процесі обміну організм одержує речовини для побудови клітин і енергію для життєвих процесів.

Для різних процесів життєдіяльності організму (утворення речовин, м'язова діяльність, підтримка температури тіла та ін.) потрібна енергія – близько 10,5 МДж (2500 ккал) за добу. Джерелом її є енергія хімічних зв'язків молекул органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів), що надходять з їжею. В організмі постійно відбуваються складні процеси перетворення енергії: в одних перетвореннях організм поповнюється енергією, а в інших - втрачає її. У результаті окислювання і розпаду глюкози й інших органічних речовин звільнена хімічна енергія перетворюється в електричну і механічну. Електрична енергія нервового імпульсу забезпечує передачу інформації по нервовим волокнам, а механічна - скорочення кістякових та серцевих м'язів. Усі види енергії переходять у кінцевому виді в теплову енергію, частина якої використовується для підтримки постійної температури тіла, а її надлишок видаляється організмом у навколишнє середовище.

Рівень обмінних процесів впливає на величину споживання кисню організмом.

1.3. Гігієна праці

Основні поняття, терміни та визначення в галузі гігієни праці

***Гігієна праці** – галузь профілактичної медицини, яка вивчає умови та характер праці, їх вплив на здоров'я, функціональний стан людини, розробляє наукові основи гігієнічної регламентації факторів виробничого середовища і трудового процесу, практичні заходи, спрямовані на профілактику шкідливої і небезпечної їх дії на працюючих.*

Гігієна праці вивчає вплив саме виробничого середовища на функціонування організму людини та його окремих систем. Організм людини формувався в умовах реального природного середовища. Основними чинниками цього середовища є мікроклімат, склад повітря, його природний електромагнітний, радіаційний та акустичний фон, світловий клімат тощо.

Техногенна діяльність людини, залежно від умов реалізації, особливостей технологічних процесів, може супроводжуватись суттєвим відхиленням параметрів виробничого середовища від їх природного значення, бажаного для забезпечення нормального функціонування організму людини.

Результатом відхилення чинників виробничого середовища від природних фізіологічних норм для людини можуть бути порушення в функціонуванні як окремих систем організму людини, так і всього організму в цілому. В залежності від ступеня цього відхилення, вони можуть бути часткові або повні, тимчасові чи постійні. Механізми впливу окремих чинників виробничого середовища на організм людини і можливі наслідки, а також заходи та засоби захисту працюючих від цього впливу і розглядаються в цьому розділі.

Уникнути небажаного впливу техногенної діяльності людини на стан виробничого середовища та довкілля в цілому практично не реально. Тому метою гігієни праці є встановлення таких граничних відхилень від природних фізіологічних норм для людини, таких допустимих навантажень на організм людини за окремими чинниками виробничого середовища, а також таких допустимих навантажень на організм людини за комплексної дії цих чинників, які не будуть викликати негативних змін у функціонуванні організму людини і не призведуть до генетичних змін у майбутніх поколіннях.

На сучасному рівні розвитку гігієни праці як науки, гігієністи у процесі вирішення питань охорони здоров'я працівників дотримуються так званого порогового принципу. У цьому разі приймається гігієнічно обґрунтоване критичне відхилення певного чинника (фактора) виробничого середовища від природної фізіологічної норми, яке не може призвести до небажаних змін в організмі людини і не буде мати небажаних генетичних наслідків. Відповідно до цього, гігієністи, за окремими чинниками виробничого середовища, встановлюють науково обґрунтовані граничні нормативи (гранично допустимі концентрації рівні, тощо), які в установленому порядку затверджуються відповідними центральними органами державного управління. На основі цих нормативів здійснюється аудит гігієнічних умов праці на робочих місцях на їх відповідність чинній нормативно-правовій базі.

Умови праці

З метою комплексної оцінки умов праці з урахуванням фізіологічних і гігієнічних умов праці розроблена і затверджена наказом Міністра охорони здоров'я України № 248 від 8 квітня 2014 р. гігієнічна класифікація, яка заснована на принципі диференціації умов праці, залежно від співвідношення фактично діючих рівнів небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища та існуючих гігієнічних норм, а також залежно від можливого впливу цих факторів на стан здоров'я працівників.

Вона призначена для: гігієнічної оцінки існуючих умов та характеру праці на робочих місцях; санітарно-гігієнічної паспортизації стану виробничих об'єктів; санітарно-гігієнічної паспортизації стану виробничих підприємств; встановлення пріоритетності в проведенні оздоровчих заходів; розробки рекомендацій для профвідбору, профпридатності; створення банку даних про умови праці на рівні підприємства, району, міста, регіону, країни.

Відповідно до Гігієнічної класифікації умов праці (всього 4 класи: 1 клас – оптимальні умови; 2 клас – допустимі умови; 3 клас – шкідливі умови; 4 клас – небезпечні чи екстремальні умови) визначається тим чинником виробничого середовища, напруженості або тяжкості праці, який має найбільше відхилення від нормативних вимог.

Гігієнічні нормативи умов праці

Гігієнічні нормативи умов праці – ГДК, ГДР, ОБРВ та інші гранично допустимі (безпечні для людини) рівні шкідливих та небезпечних виробничих факторів встановлюють зважаючи на те, що за умови щоденної (крім вихідних днів) 8-годинної роботи, але не більше 40 годин на тиждень протягом всього робочого стажу вони не повинні викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи або у віддалені періоди життя нинішнього та наступних поколінь. За більшої (ніж 8-годинної) тривалості зміни у кожному конкретному випадку можливість виконання роботи повинна бути погоджена із закладами (установами) державної санітарно-епідеміологічної служби.

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (ГДК_{р.з.}), яку встановлюють для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих за інгаляційного надходження, може бути двох типів:

- максимально разова гранично допустима концентрація (ГДК_{р.з.м.р.});***
- середньозмінна гранично допустима концентрація (ГДК_{р.з.с.з.}).***

ГДК_{р.з.м.р.} – найвище регламентоване значення концентрації шкідливої речовини у повітрі робочої зони для будь-якого 15-хвилинного (30-хвилинного для аерозолів речовин переважно фіброгенної дії) відрізка часу робочої зміни.

Дія речовини на працівників у концентрації, що дорівнює $ГДК_{р.з.м.р.}$, не повинна повторюватись протягом робочої зміни більш ніж 4 рази з інтервалами не менше 1 години.

$ГДК_{р.з.с.з.}$ – регламентоване значення концентрації шкідливої речовини у повітрі робочої зони для відрізка часу, що дорівнює 75 % робочої зміни, але не більш, ніж 8 годин, за умови дотримання $ГДК_{р.з.м.р.}$.

$ГДК_{р.з.с.з.}$ встановлюється для речовин, які мають характерні кумулятивні властивості (речовини хроноконцентраційної дії).

Фактори, що зумовлюють умови праці

Фактори, що зумовлюють умови праці, поділяють на чотири групи (таблиця 1.1).

Перша група – санітарно-гігієнічні фактори, які мають показники, що характеризують виробниче середовище робочої зони. Вони залежать від особливостей виробничого обладнання і технологічних процесів, можуть бути оцінені кількісно та нормовані.

Друга група – психофізіологічні фактори, зумовлені самим процесом праці. З цієї групи лише частина факторів може бути оцінена кількісно.

Третя група – естетичні фактори, що характеризують сприйняття робітником навколишньої обстановки та її елементів. Кількісно не оцінюються.

Четверта група – соціально-психологічні фактори, що характеризують психологічний клімат у трудовому колективі. Кількісно не оцінюються.

Під час праці людина перебуває під дією цілого ряду факторів, які можуть викликати небажані наслідки, наприклад, надмірне підвищення або зниження температури тіла, підвищення тиску. Для зменшення впливу таких факторів і забезпечення сталості значень характеристик життєдіяльності організму включаються пристосувальні реакції, тобто захисний рефлекс організму, який впливає на роботу основних функціональних систем людини з метою зниження працездатності. Водночас, людина, як правило, примушує свій організм зменшити вплив захисного рефлексу. Через деякий час працівник адаптується до несприятливого впливу санітарно-гігієнічних факторів (звичайно, якщо вони не виходять за певні межі). Це досягається за допомогою додаткових витрат мускульної та нервово-психічної енергії. З точки зору основного трудового процесу таке використання внутрішніх резервів організму є, безумовно, недоцільним.

Таблиця 1.1

Фактори, що зумовлюють умови праці

Фактор	Параметр, що характеризує основні властивості елементів гігієнічної оцінки, одиниця виміру
1	2
1. Санітарно-гігієнічні	
Загальні санітарні вимоги	відповідність об'єму й площі виробничих приміщень санітарним нормам, $м^3$, $м^2$
Освітленість:	

природна	КПО, %
штучна	освітленість, лк
Шкідливі речовини у повітряному середовищі (пари, гази, аерозолі)	концентрація, мг/м ³
Мікроклімат:	
температура повітря	температура, °С
відносна вологість повітря	вологонасиченість, %
швидкість руху повітря	рухомість повітряного середовища, м/с
Механічні коливання:	
вібрація	частота, Гц; амплітуда, мм; коливальна швидкість, м/с
шум	рівень звукового тиску, дБ; рівень звуку, дБА
ультразвук	середньо геометрична частота октавних смуг, Гц; рівень звукового тиску, дБ
Випромінювання:	
інфрачервоне, ультрафіолетове	Довжина хвилі, мкм; інтенсивність випромінювання, кал/см ² , Вт
іонізуюче	Активність радіоактивного випромінювання, Бк; ліміт доз, Зв/рік
електромагнітне (довжина хвилі)	Довжина хвилі, км, м, см, мм; частота коливань, Гц, МГц, ГГц; напруженість, Вт/м, А/м; інтенсивність, Вт/м ²
Атмосферний тиск:	У робочий камері, атм; висота над рівнем моря, Па, мм рт. ст.
Інфекції та біологічні агенти (бактерії, віруси, грибки, бруцельоз, лихоманка, туляремія, сибірка, тощо)	Ступень небезпечного впливу на організм людини
2.Психофізіологічні («трудові»)	
Фізичне навантаження:	
динамічність роботи	енерговитрати, Вт
статичне навантаження	енерговитрати, Вт, кг·с
робоча поза	Перебування в нахиленому положенні, % від тривалості зміни
нахили тулуба	кількість разів за зміну
переміщення в просторі	км за зміну
Напруженість праці:	
Увага	тривалість зосередження, % за зміну
напруженість аналізаторних функцій (зору, слуху)	% за зміну
емоційна й інтелектуальна напруженість	бали
Монотонність	рівень різноманітності, бали
Змінність	робота в нічний час
режим праці та відпочинку	тривалість і розподіл перерв на відпочинок, хв
Травмонебезпечність (вибухонебезпека, пожежонебезпека, безпека травмування частинами машин й обладнанням, що рухається)	Ступень небезпеки, бал
3.Естетичні	
Гармонійність у робочій зоні світло-кольорової композиції, звукового середовища	Естетичний рівень*
Ароматичність запахів повітряного середовища	Ступінь ароматичності*

Гармонійність робочих поз і трудових рухів	Трасекторія, ритм, обережність*
4.Соціально-психологічні**	
Спорідненість колективу	Рівень взаємозаміни в процесі праці, товариської взаємодопомоги, дисципліна праці, бали
Характер міжгрупових стосунків у колективі	Рівень конфліктності

Примітка: *Експертна оцінка ** Соціометрична оцінка

Отже, несприятливий вплив на людину санітарно-гігієнічних факторів призводить до відволікання внутрішніх ресурсів працюючого від основного трудового процесу, несприятливо впливає на психофізіологічний стан людини, її працездатність і, отже, відображається на техніко-економічних показниках виробництва.

1.4. Вимоги до технічного та організаційного рівня робочого місця

Організація праці на робочих місцях

Робоче місце – це місце, що оснащено технічними засобами і, в якому відбувається трудова діяльність працівника чи групи працівників.

Організація праці на робочому місці – це комплекс заходів, що забезпечують трудовий процес та ефективне використання знарядь виробництва і предметів праці. Вона полягає у виборі робочої пози та системи робочих рухів, визначення розмірів робочої зони та розміщення у ній органів керування, інструментів, заготовок, матеріалів, пристроїв і та ін., а також у виборі оптимального режиму праці та відпочинку.

Робоча поза. Правильно вибрана робоча поза сприяє зменшенню втоми та збереженню працездатності працівника. Робоча поза може бути вільною або заданою (табл. 1.2).

Вільна робоча поза означає можливість працювати поперемінно сидячи та стоячи. Це найбільш зручна поза, бо дозволяє чергувати навантаження м'язів та зменшує загальну втому.

Задані робочі пози – «сидячи» або «стоячи» нормуються ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги. Робоча поза «сидячи» найбільш зручна, вона може застосовуватись для робіт з невеликими фізичними зусиллями, з помірним темпом, або робіт, які потребують великої точності. Поза «стоячи» є найбільш тяжкою, бо вимагає значної витрати енергії і на виконання роботи і на підтримку тіла у вертикальному чи похилому положенні, що зумовлює швидке стомлення.

Таблиця. 1.2

Характеристика робочих поз людини

Робоча поза	Зусилля, Н	Рухливість під час роботи	Радіус робочої зони, мм	Особливості діяльності
Сидячи-стоячи (поперемінно)	50-100	Середня (можливість періодичної зміни пози)	500-750	Достатньо великий огляд і зона досяжності рук
Сидячи	до 80	Обмежена	380-500	Невелика статична стомлюваність, більш спокійне положення рук, можливість виконання точної роботи
Стоячи	100-120	Велика (вільність пози і рухів)	750 та більше	Краще використовувати сили, більший огляд; передчасна стомлюваність

Система робочих рухів. Основним принципом під час вибору системи робочих рухів є принцип «економії рухів», який сприяє підвищенню продуктивності праці і, водночас, зменшенню стомлюваності, кількості помилок і виробничого травматизму. *Принцип «економії рухів»* полягає у наступних положеннях: обидві руки повинні починати та закінчувати рух одночасно; руки не

повинні бути бездіяльними, за винятком періодів відпочинку; рухи рук повинні виконуватись одночасно у протилежних і симетричних напрямках; найкращою є така послідовність дій, яка містить найменше число елементарних рухів; руки слід звільняти від будь-якої роботи, яка може успішно виконуватись ногами чи іншими частинами тіла; за можливості об'єкт праці має закріплюватись за допомогою спеціальних пристроїв, щоб руки були вільні для виконання технологічних операцій.

Робота має організовуватись таким чином, щоб ритм робочих операцій був, за можливості, чітким та природнім, а послідовність рухів такою, щоб один рух легко переходив у інші. Рух може бути менш стомлюючим, якщо він відбувається у напрямку, що співпадає з напрямком сили тяжіння. Різкі коливання швидкості та невеликі перерви у русі мають бути виключені.

Слід також враховувати ряд положень щодо швидкості руху рук людини: там, де вимагається швидка реакція, слід використовувати рух «до себе»; швидкість руху зліва направо для правої руки більша, ніж у зворотному напрямі; обертові рухи у 1,5 рази швидші, ніж поступальні; плавні криволінійні рухи рук швидші, ніж прямолінійні з миттєвою зміною напрямку; рухи з великим розмахом швидші; рухи, орієнтовані механізмами, швидші, ніж рухи, які орієнтовані приблизно; рухи слід обмежувати запобіжниками скрізь, де це можливо. Також слід уникати рухів, метою яких є точне встановлення деталей вручну, наприклад, збіг двох рисок мікрометра; вільні ненапружені рухи виконуються швидше, легше і точніше, ніж вимушені рухи, що визначаються певними обмежувачами; точні рухи краще виконувати сидячи, ніж стоячи. Максимальна частота рухів руки (за згинання та розгинання) – біля 80; ноги – 45, корпусу – 30 разів за хвилину, а пальця – 6 разів і долоні – 3 рази за секунду.

Оснащення та обладнання робочого місця

Оснащення та обладнання робочого місця залежить від роботи, що виконується (технологічних операцій), від характеру роботи (розумова, фізична, тяжка, монотонна) та від умов праці (комфортні, нормальні, несприятливі).

Безпосередньо на робочому місці може бути розташоване: інформаційне устаткування і органи управління, також технологічна оснастка (опорні елементи, швидкодіючі затискачі, шарнірні монтажні головки, настільні бункери і касети з гніздами і та ін.); додаткове обладнання (робочий стіл, сидіння оператора, підставка для ніг, шафа для інструментів та ін.); транспортні засоби (транспортери, підвісні конвеєри і та ін.); пристрої для укладення матеріалів, заготовок, готових виробів; засоби сигналізації; засоби техніки безпеки.

Робоче місце працівника (особливо, оператора) характеризує два поля: інформаційне поле (простір із засобами відображення інформації) і моторне поле (простір з органами управління та об'єктом праці).

У інформаційному полі зорового спостереження (рис. 1.9) виділяють три зони: у зоні 1 розміщують засоби відображення інформації, які використовуються дуже часто та вимагають точного та швидкого зчитування інформації; у зоні 2 – засоби інформації, які використовуються часто і

вимагають менш точного і швидкого зчитування інформації; у зоні 3 – засоби відображення інформації, які використовуються рідко.

Середня висота розташування засобів відображення інформації на робочому місці повинна відповідати значенням, приведеним у таблиці 1.3.

Таблиця. 1.3

Середня висота розташування засобів відображення інформації
на робочому місці

Стать працюючого	Середня висота, мм
Жінки	1320
Чоловіки	1410
Жінки та чоловіки	1365

Засоби відображення інформації, які використовуються дуже часто та вимагають точного та швидкого зчитування інформації (зона 1), необхідно розташовувати у вертикальній площині під кутом $\pm 15^\circ$ від нормальної лінії зору і в горизонтальній площині під кутом $\pm 15^\circ$ від сагітальної площини (при рухах очей та повороті голови).

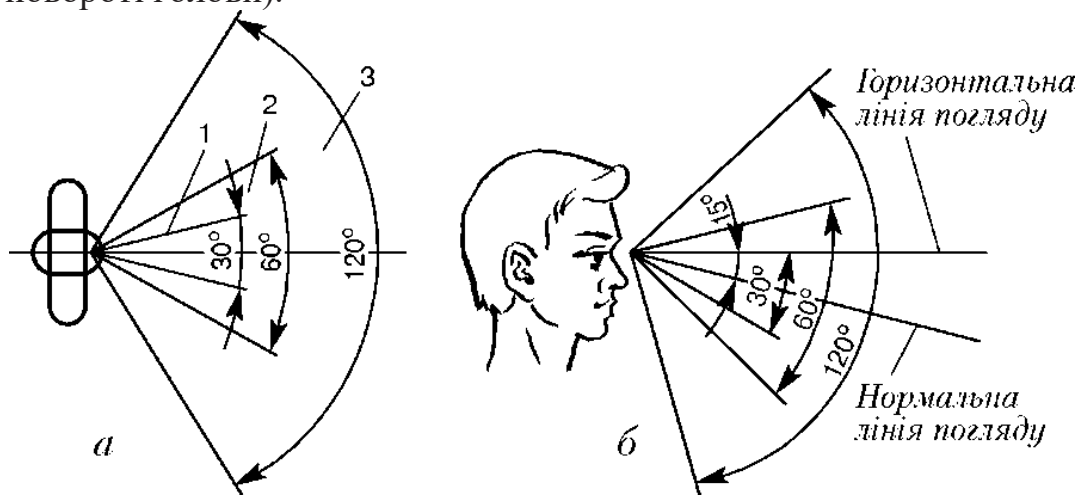


Рис. 1.9. Зони в полі зорового спостереження: а- в горизонтальній площині; б - у вертикальній площині

Загальні вимоги щодо розміщення засобів відображення інформації нормуються ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги та ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидючи. Загальні ергономічні вимоги.

Засоби відображення інформації, які використовуються часто та вимагають менш точного та швидкого зчитування інформації (зона 2), необхідно розташовувати у вертикальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ від нормальної лінії зору і в горизонтальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ від сагітальної площини.

Що стосується засобів відображення інформації, які використовуються зрідка (зона 3), то допускається розташовувати їх у вертикальній площині під

кутом $\pm 60^\circ$ від нормальної лінії зору і в горизонтальній площині під кутом $\pm 60^\circ$ від сагітальної площини.

Робоче місце повинно бути організоване таким чином, щоби забезпечувати можливість виконання робочих операцій в межах зон досяжності моторного поля.

При виконанні робочих операцій в положенні «сидячи» та «стоячи», в моторному полі (див. рис. 1.10) теж виділяють три зони: 1 - зона оптимальної досяжності, в якій розміщують дуже важливі органи управління, що використовуються найчастіше (більше 2-х разів за хвилину) органи управління; 2 - зона легкої досяжності, в якій органи управління, що використовуються найчастіше (2 рази за хвилину) органи управління; 3 - зона досяжності, в якій розміщують органи управління, що використовуються рідко або епізодично (менше 2 раз за хвилину).

Загальні вимоги щодо розміщення органів керування на робочих місцях визначені в ДСТУ EN 894-3:2017 Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів і органів керування. Частина 3. Органи керування. (EN 894-3:2000 + A1:2008, IDT).

Органи керування на робочій поверхні у горизонтальній площині повинні бути розташовані з урахуванням наступних вимог:

- органи керування, які використовуються дуже часто і є найбільш важливими, необхідно розташовувати у зоні 1, тобто у зоні оптимальної досяжності;
- органи керування, які використовуються часто і є менш важливими, необхідно розташовувати у зоні 2, тобто у зоні легкої досяжності;
- органи керування, які використовуються часто і є менш важливими, не допускається розташовувати за межами зони 2, тобто зони легкої досяжності;
- органи керування, які використовуються зрідка, не допускається розташовувати за межами зони 3, тобто зони досяжності.

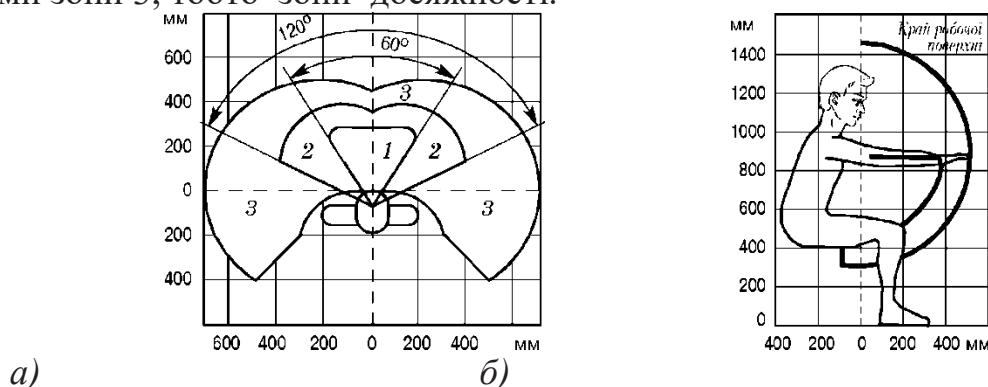


Рис. 1.10. Зони в моторному полі при виконанні ручних операцій та розміщення органів управління при робочій позі «сидячи» (а – вертикальна площина; б – горизонтальна площина): 1 - зона оптимальної досяжності; 2 - зона легкої досяжності; 3 - зона досяжності.

Що стосується аварійних органів керування, то їх необхідно розташовувати в зоні доступу моторного поля, водночас необхідно передбачити спеціальні засоби їх розпізнавання та повністю виключити можливість їх несанкціонованого включення відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 13850:2016 Безпечність машин.

Аварійне зупинення. Принципи проектування (EN ISO 13850:2015; ISO 13850:2015, IDT).

При організації робочого місця для виконання робіт в положенні «сидячи», найбільш оптимальним варіантом є використання регульованої конструкції крісла, виготовленого відповідно до вимог ДСТУ 7951:2015 Дизайн і ергономіка. Крісло оператора. Загальні ергономічні вимоги.

У тих випадках, коли неможливо забезпечити регулювання висоти робочої поверхні, сидіння та підставки для ніг, допускається використання обладнання з нерегульованими вищезгаданими параметрами робочого місця. У цьому випадку значення цих параметрів знаходяться відповідно до вимог ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги. (див. табл. 1.4-1.6 та рис.1.11).

Таблиця 1.4

Нормована висота робочої поверхні при організації робочого місця в положенні «сидячі»

Найменування роботи	Висота робочої поверхні, мм		
	Для жінок	Для чоловіків	Для жінок та чоловіків
Зорові роботи дуже високої точності (складання хронометрів, гравіювання, картографія, складання дуже малих за розміром деталей, тощо)	930	1020	975
Роботи високої точності (монтаж невеликих деталей, робота на станках, що потребує високої точності, тощо)	835	905	870
Легкі роботи (монтаж більш великих деталей, конторська робота, робота на станках, що не потребує високої точності)	700	750	725
Друкування на типографських станках, перфораторах, легка монтажна робота, тощо	630	680	655

Таблиця 1.5

Нормовані параметри висоти робочого сидіння при організації робочого місця в положенні «сидячи»

	Висота сидіння
Жінки	400
Чоловіки та жінки	420
Чоловіки	430

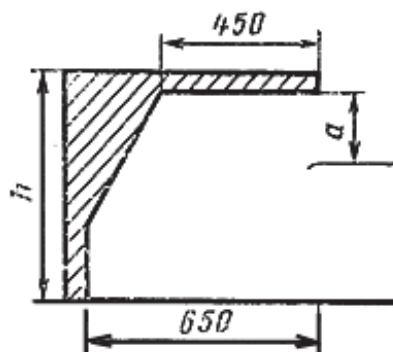


Рис 1.11. Нормовані параметри простору для ніг (ширина не менш ніж 500 мм): а - відстань від сидіння до нижнього краю робочої поверхні не менш ніж 150 мм; h - висота простору для ніг не менш ніж 600 мм

При організації робочого місця в положенні «стоячи» нормовані параметри висоти робочої поверхні також повинні відповідати вимогам ДСТУ 7950:2015 (див. табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Нормовані параметри висоти робочої поверхні при організації робочого місця в положенні «стоячи»

Категорія робіт	Висота робочої поверхні, мм		
	Для жінок	Для чоловіків	Для чоловіків та жінок
Легка	990	1060	1025
Середня	930	980	955
Тяжка	870	920	895

Приклади організації робочого місця монтажника радіоапаратури та токаря представлені відповідно на рис. 1.12 та 1.13.

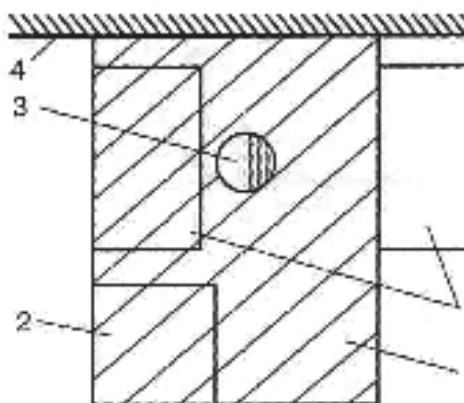


Рис 1.12. Організація робочого місця монтажника радіоапаратури (робочі столи розташовані один за одним): 1 – робочий стіл (130х700 мм); 2 – шафа для зберігання матеріалів та інструментів (960х900 мм); 3 – стілець (діаметр сидіння 350 мм); 4 – стіна; 5 – виробнича площа, що зайнята робочим місцем (заштрихована).

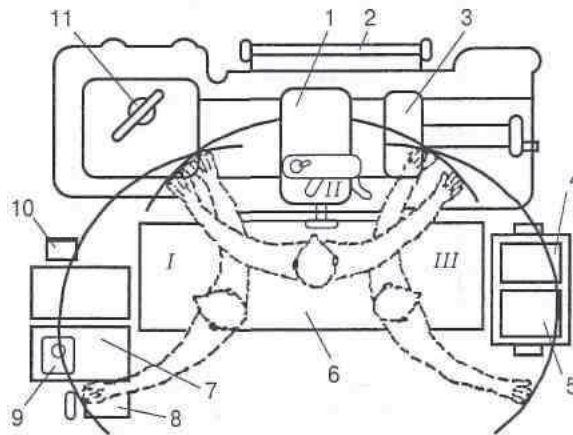


Рис 1.13. Організація робочого місця токаря: I – зона обслуговування; II – робоча зона; III - зона розміщення заготовок та деталей; 1 – верстат; 2 – екран; 3 – лоток; 4 – столик; 5 – тара; 6 – ґрати; 7 – тумбочка; 8 – стілець; 9 – пульт зв'язку; 10 – урна для сміття; 11 – планшет для креслень.

Загальні вимоги виробничої санітарії до робочого місця. Кожне робоче місце повинно:

- обладнуватись необхідними засобами колективного захисту;
- укомплектовуватись необхідними засобами індивідуального захисту;
- мати достатнє природне та штучне освітлення;
- мати параметри мікроклімату відповідно до вимог санітарних норм;
- мати вентиляцію;
- мати параметри санітарно-гігієнічних факторів такі, що не перевищують гранично допустимих значень відповідних нормативних документів.

Вибір оптимального режиму роботи та відпочинку

Під час роботи від працівника вимагається підвищена увага, зосередженість, точна координація рухів, певна швидкість виконання окремих технологічних операцій, швидка переробка одержаної інформації і т. ін. Все це призводить до перевантаження та перевтоми організму і зниження працездатності. До тих самих наслідків призводить і монотонна робота за умови виконання спрощених одноманітних операцій у примусовому режимі та заданій позі (наприклад, при роботах на конвеєрах чи поточно-механізованих лініях).

Таку перевтому можна значно зменшити створенням оптимального режиму праці та відпочинку.

Під оптимальним режимом праці та відпочинку слід розуміти таке чергування періодів праці та відпочинку, за якого досягається найбільша ефективність трудової діяльності людини, а також хороший стан її здоров'я.

Оптимальний режим праці та відпочинку досягається: паузами та перервами в роботі (для прийому їжі, обігрівання, охолодження), зміною форми роботи (наприклад, розумової та фізичної), зміною умов довкілля (наприклад, роботою при низьких і нормальних температурах), усуненням монотонності у

роботі, відпочинком у спеціальних кімнатах психологічного розвантаження і відпочинку з використанням психологічно позитивного впливу музики.

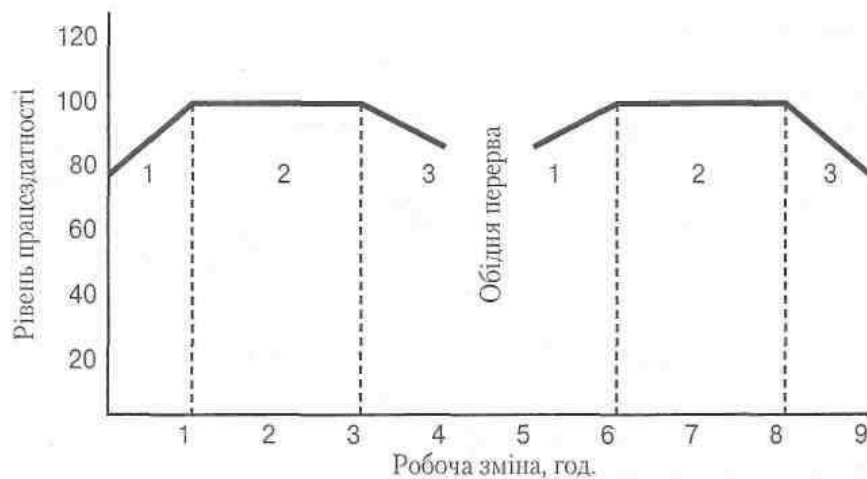


Рис. 1.14. Зміна працездатності (продуктивності праці) протягом робочого дня: 1 – стадія «впрацьовування» (наростаючої працездатності); 2 – стадія високої стабільної працездатності; 3 – стадія зменшення працездатності (розвитку втоми).

Чергування праці та відпочинку встановлюють в залежності від зміни працездатності людини протягом робочого дня (див. рис. 1.14).

На початку зміни завжди має місце стадія «відпрацьовування» або наростаючої працездатності (1), коли відбувається відновлення робочих навичок. Тривалість цього періоду 0,5...1,5 години в залежності від характеру праці і тривалості попередньої перерви в роботі. Швидкість і точність дій у цей період невелика. Потім настає стадія високої стійкої працездатності (2) тривалістю до 3 годин в залежності від характеру роботи, ступеню підготовки та стану працівника. Після цього настає стадія зменшення працездатності або стадія розвитку втоми (3), рухи уповільнюються, а увага розсіюється, сприйняття притупляються. У цей час необхідно робити обідню перерву.

Після обідньої перерви впрацьовування настає швидко – за 10... 15 хвилин, бо робочі навички не втрачені. Працездатність у другій половині дня дещо нижча, ніж до обіду, і становить 80...90 % дообіднього рівня. Через 2,5...3 години після обідньої перерви працездатність зменшується і в кінці робочого дня приблизно сягає рівня, який був на початку робочого дня.

Для зменшення стомлення встановлюють регламентовані перерви у роботі у періоди, що передують зменшенню працездатності. Так, при важкій фізичній праці рекомендують часті (через 2...2,5 години) короткі перерви (по 5...10 хвилин), а при розумовій праці ефективні довгі перерви на відпочинок і переключення на фізичну роботу. Загальна тривалість відпочинку встановлюється у відсотках до тривалості робочої заміни: при фізичній роботі вона має становити 4...20 %, при роботі із нервовою напругою - 14...25 %, а при розумовій праці - до 10...12 %.

РОЗДІЛ 2. ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ

2.1. Основні положення виробничої санітарії. Законодавство в галузі виробничої санітарії

Суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного благополуччя, відповідні права і обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій та громадян регулюються Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Закон встановлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби і здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні.

Відповідно до цього Закону підприємства, установи і організації зобов'язані розробляти і здійснювати санітарні та протиепідемічні заходи; забезпечувати лабораторний контроль за виконанням санітарних норм стосовно рівнів шкідливих для здоров'я факторів виробничого середовища; інформувати органи та установи державної санітарно-епідеміологічної служби про надзвичайні події та ситуації, що становлять небезпеку для здоров'я населення; відшкодувати в установленому порядку працівникам та громадянам збитки, яких завдано їх здоров'ю в результаті порушення санітарного законодавства.

Згідно діючого законодавства забезпечення санітарного благополуччя досягається такими основними заходами:

- гігієнічною регламентацією та контролем (моніторингом) усіх шкідливих і небезпечних факторів навколишнього та виробничого середовища;
- державною санітарно-гігієнічною експертизою проектів, технологічних регламентів, інвестиційних програм та діючих об'єктів;
- включенням вимог безпеки щодо здоров'я та життя людини в державні стандарти та нормативно-технічну документацію усіх сфер діяльності суспільства;
- ліцензуванням видів діяльності, пов'язаних з потенційною небезпекою для здоров'я людей;
- пред'явленням відповідних гігієнічних вимог до проектування, забудови, та експлуатації будівель, споруд, приміщень, територій, розробкою та впровадженням нових технологій і обладнання;
- контролем та аналізом стану здоров'я населення та робітників;
- профілактичними санітарно лікувальними заходами;
- запровадженням санкцій до відповідальних осіб за порушення санітарно-гігієнічних вимог.

Складовими частинами законодавства в галузі санітарії є закони, постанови, положення, санітарні правила і норми, затверджені Міністерством охорони здоров'я України, Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України, Державною службою з питань праці, Держстандартом України (наприклад, закони «Про охорону атмосферного повітря», «Про охорону праці», санітарні правила ДСП 1731-96 «Охорона атмосферного повітря населених місць», ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», Державні санітарні норми та правила. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища,

важкості та напруженості трудового процесу», Державний стандарт України ДСТУ ISO 19011:2019 «Настанови щодо проведення аудитів систем управління (ISO 19011:2018, IDT)» і т. ін.).

Основні поняття, терміни та визначення в галузі виробничої санітарії

Санітарія – це сукупність практичних заходів, спрямованих на оздоровлення середовища, що оточує людину.

Виробнича санітарія - це галузь санітарії, спрямована на впровадження комплексу санітарно-оздоровчих заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці на виробництві.

Виробнича санітарія - це система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу на працівників шкідливих виробничих факторів. Сфера дії виробничої санітарії - запобігання професійної небезпеки (шкідливості), яка може призвести до професійних або професійно обумовлених захворювань, у тому числі і смертельних при дії в процесі роботи таких факторів як випромінювання електромагнітних полів, іонізуючого випромінювання, шумів, вібрацій, хімічних речовин, зниженої температури, тощо.

В галузі виробничої санітарії дуже важливе місце займають засоби колективного та індивідуального захисту. Їх використання дає можливість значно зменшити виробничі ризики і покращити стан безпеки праці на виробництві. Саме відсутність або невикористання працівниками вищезгаданих засобів захисту є однією з основних причин профзахворювань та травматизму, в тому числі з летальними наслідками.

Ефективність використання засобів індивідуального захисту багато в чому залежить від їх правильного вибору та умов експлуатації. При виборі засобів індивідуального захисту необхідно враховувати конкретні умови виробництва, вид і тривалість дії на працівників шкідливих і небезпечних факторів, а також індивідуальні антропометричні та фізіологічні особливості працівників.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) поділяються на наступні класи:

- ізолюючі костюми;
- засоби захисту органів дихання;
- одяг спеціальний захисний;
- засоби захисту ніг;
- засоби захисту рук;
- засоби захисту голови;
- засоби захисту очей;
- засоби захисту обличчя;
- засоби захисту органів слуху;
- засоби захисту від падіння з висоти та інші запобіжні засоби;
- засоби дерматологічні захисні;
- засоби захисту комплексні.

Сертифікація ЗІЗ в Україні введена наказом Держстандарту України № 322 від 14 червня 1999 р. та проводиться відповідно до Технічного регламенту засобів

індивідуального захисту, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 761 від 27.08.2008.

Відповідно до «Гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості і небезпеки чинників виробничого середовища, важкості і напруженості трудового процесу» фізіологічні особливості трудового процесу залежать від:

- *Безпеки праці* – це стан умов праці, при якій виключена дія на працівників небезпечних і шкідливих виробничих чинників (ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять).

- *Важкості праці* – це характеристика трудового процесу, яка відображує переважно навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи (серцево-судинну, систему дихання та ін.), які забезпечують його діяльність.

- *Напруженості праці* – це характеристика трудового процесу, яка відображує переважно навантаження на центральну нервову систему.

2.2. Мікроклімат виробничих приміщень. Нормування параметрів мікроклімату

Для людини навколишнє повітряне середовище є найважливішим фактором її існування і воно повинно мати визначені фізичні та хімічні властивості. Фізичні властивості можуть бути представлені параметрами мікроклімату (температура, вологість, швидкість руху повітря, барометричний тиск), іонним складом, електромагнітними та акустичними полями, густиною, прозорістю тощо. Іншим найважливішим показником якості повітряного середовища є його хімічний склад, обумовлений природним складом повітря та різними забрудненнями. У звичайному виробництві природні (фонові) параметри повітря додатково забруднюються викидами різних технологічних процесів (здебільшого під час спалювання палива, термічної та механічної обробки матеріалів, хімічних процесів). Розглянемо докладніше параметри природного газового складу атмосфери і забруднюючих речовин у повітряному середовищі та їхній вплив на людину.

Атмосфера Землі — це газова оболонка з масою близько $5,9 \cdot 10^{15}$ т, що має шарувату будову і складається з декількох сфер, між якими розташовуються перехідні шари. У цих сферах постійно змінюється як кількість повітря, так і температура. Найбільш щільний шар повітря, що прилягає до земної поверхні, зветься тропосферою. Товщина її в середніх широтах складає 10-12 км над рівнем моря, на полюсах — 7-10 км, над екватором — 16-18 км. У тропосфері зосереджено більше 4/5 маси земної атмосфери. Через нерівномірність нагрівання земної поверхні в ній утворюються потужні вертикальні струми повітря, відзначаються нестійкість температури, відносної вологості, тиску і т. ін. Температура повітря в тропосфері по висоті зменшується на 0,6 °С на кожні 100 м і коливається від 40 до -50 °С.

Вище тропосфери знаходиться стратосфера (40 км). Далі мезосфера (80 км), потім термосфера (чи іоносфера) і нарешті екзосфера (від 800 і до 1600 км). У стратосфері під впливом космічного випромінювання і короткохвильової частини

ультрафіолетового випромінювання Сонця молекули повітря іонізуються, в результаті чого утворюється озон. Озоновий шар знаходиться на висоті 25-40 км. У атмосфері постійно відбуваються складні фотохімічні перетворення. Під дією сонячної радіації протікає безліч реакцій, у яких беруть участь кисень, озон, азот, оксид азоту, пари води, двооксид вуглецю. Іонізація здебільшого відбувається на висоті 70-80 км. За усіх обставин відзначаються як негативні (N^- , O^- , O^{3-} , S^{2-} , NO^{2-} , NO^{3-}), так і позитивні (N^+ , H^+ , O^+ , O^{2+} і ін.) іони. Ці іони утворюють різні комплексні сполуки ($NO^+ \times N_2$; $NO^+ \times CO_2$; $NO^+ \times H_2$; $O_2^+ \times (H_2O)$ та ін.), які, в свою чергу, взаємодіють з різними органічними та неорганічними домішками, утворюючи нові хімічні речовини, що змінюють умови існування людини.

Густина чистого повітря за нормальних умов (температурі $20^\circ C$ і атмосферному тиску 101400 Па) дорівнює $1,2 \text{ кг/м}^3$.

Мікроклімат виробничих приміщень

Значна дія на стан організму людини, яка працює, його працездатність створює **мікроклімат (метеорологічні умови)** у виробничих приміщеннях, під якими розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, які визначаються поєднаннями **температури, вологості, руху повітря і теплового випромінювання** нагрітих поверхонь або відкритого вогню, що сукупно діють на організм людини. При водолазних і кесонних роботах, а також при роботах на високогір'ї (понад 2 тис. м.) береться до уваги і **барометричний тиск**. **Мікроклімат виробничих приміщень** — це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням. Як фактор виробничого середовища, мікроклімат впливає на теплообмін організму людини з цим середовищем і, таким чином, визначає тепловий стан організму людини в процесі праці.

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками:

- *температура повітря ($^\circ C$),*
- *відносна вологість повітря (%),*
- *швидкість руху повітря (м/с),*
- *інтенсивність теплового (інфрачервоного) випромінювання ($Вт/м^2$).*

У повітрі завжди перебуває певна кількість водяної пари, що залежить від атмосферного тиску, температури, пори року, географічної зони тощо. З підвищенням температури максимальний вміст вологи у повітрі зростає. Так, при $0^\circ C$ в 1 м^3 може бути лише 5 г води, а при $40^\circ C$ — близько 51 г.

Абсолютна вологість — це абсолютний вміст водяної пари в повітрі за даної температури ($г/м^3$).

Максимальна вологість — кількість водяної пари (в грамах), яка повністю насичує повітря за даної температури.

Точка роси — температура, за якої водяна пара з газоподібного стану переходить в краплинно-рідинний стан (повне насичення).

Тому у процесі оцінки вологості повітря приймається до уваги **відносна вологість** – це відсоткове відношення абсолютної кількості водяної пари в повітрі до їх максимально можливої кількості за даної температури повітря.

На відміну від мікроклімату житлових і суспільних споруд мікроклімат виробничих приміщень характеризується значною динамічністю і залежить від коливань зовнішніх метеорологічних умов, часу доби, пори року, теплофізичних особливостей технологічного процесу, умов опалювання і вентиляції.

Терморегуляція організму людини

Людина постійно знаходиться в процесі теплової взаємодії з довкіллям.

Для того, щоб фізіологічні процеси в організмі людини відбувалися нормально, тепло, яке виділяється організмом людини, повинно повністю відводитися в довкілля. Порушення теплового балансу може привести до втрати працездатності, втрати свідомості і до теплового удару (смерті). Величина тепловиділення організмом людини залежить від рівня фізичної напруги за певних кліматичних умов і складає від 85 (в стані спокою) до 500 Дж/с (важка робота).

Нормальне теплове самопочуття має місце, коли тепловиділення організму людини повністю сприймається довкіллям, тобто коли має місце тепловий баланс ($Q_{\text{тв}} = Q_{\text{тд}}$). В цьому випадку температура внутрішніх органів залишається постійною на рівні 36,6 °С при досить широких коливаннях параметрів довкілля: від -40 °С до +40 °С. Вона підтримується на цьому рівні за допомогою підсвідомого механізму **терморегуляції** – здатності організму регулювати теплообмін з довкіллям і зберігати температуру на нормальному рівні.

Терморегуляція знаходиться під контролем центральної нервової системи і забезпечує рівновагу між кількістю тепла, що безперервно утворюється в організмі в процесі обміну речовин, і його надлишками, що безперервно віділяється в довкілля, тобто зберігає тепловий баланс в організмі людини.

Підтримується температура тіла за рахунок **хімічної та фізичної терморегуляції**.

Людина отримує певну норму їжі, до складу якої входять білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни. Саме органічні речовини, що окисляються у тканинах, дають відповідну кількість енергії: 1 г жиру – 9,3 ккал, 1 г білку і вуглеводів – 4,1 ккал. Ця енергія використовується для виконання функцій органів і систем, підтримання температури тіла людини тощо.

Хімічна терморегуляція організму досягається послабленням обміну речовин у разі загрози перегрівання або посилення обміну за умов охолодження.

Проте роль хімічної терморегуляції в тепловій рівновазі організму з довкіллям невелика в порівнянні з **фізичною терморегуляцією**, яка регулює віддачу тепла в довкілля у вигляді:

- інфрачервоного випромінювання, що випромінюється поверхнею тіла на навколишні предмети з нижчою температурою (радіація), – $Q_{\text{рад}}$;
- нагрівом повітря, що оточує поверхню тіла (конвекція), – $Q_{\text{кон}}$;

- теплопровідністю через одяг – $q_{\text{од}}$;
- випаровуванням вологи (поту) з поверхні тіла – $q_{\text{вип}}$;
- підігрівом повітря, що вдихається, випаровування зі слизових оболонок дихальних шляхів – $q_{\text{пов.}}$

Таким чином:

$$Q_{\text{ТВ}} = q_{\text{рад}} + q_{\text{кон}} + q_{\text{од}} + q_{\text{вип}} + q_{\text{пов}}$$

Вплив параметрів мікроклімату на самопочуття людини

Значення параметрів мікроклімату суттєво впливають на самопочуття та працездатність людини і, як наслідок цього, на рівень травматизму. **Тривала дія високої температури повітря за одночасно підвищеної його вологості** приводить до збільшення температури тіла людини до **38–40 °С** (гіпертермія), в наслідок чого здійснюються різноманітні фізіологічні порушення в організмі: зміни у обміні речовин, у серцево-судинній системі, зміни функцій внутрішніх органів (печінки, шлунку, жовчного міхура, нирок), зміни у системі дихання, порушення центральної та периферичної нервових систем.

У разі підвищення температури значно збільшується потовиділення, в наслідок чого здійснюється різке **порушення водного обміну**. З потом із організму виділяється значна кількість солей, переважно хлористого натрію, калію, кальцію.

В умовах високої температури збільшується частота пульсу (до 100–180 поштовхів за хвилину), збільшується артеріальний тиск. Перегрів тіла людини супроводжується головними болями, запамороченням, нудотою, загальною слабкістю, часом можуть виникати судоми та втрата свідомості. Негативна дія високої температури збільшується за підвищеної вологості, тому за такої умови знижується процес випаровування поту, тобто погіршується тепловіддача від тіла людини.

Зміни в організмі у разі підвищеної температури безумовно відображаються на працездатності людини. Так, збільшення температури повітря виробничого середовища з 20 °С до 35 °С приводить до зниження працездатності людини на 50-60 % (рис. 2.1).

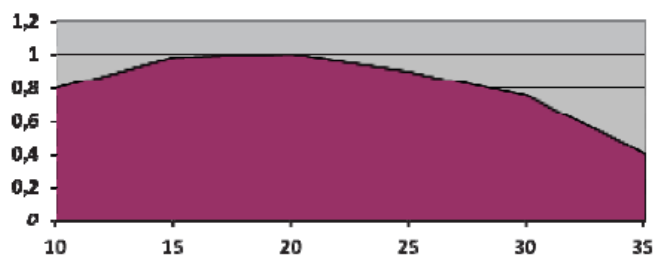


Рис. 2.1. Вплив температури повітря на продуктивність праці

Суттєві фізіологічні зміни в організмі здійснюються також за умови впливу холоду, який є причиною *переохолодження організму (гіпотермії)*.

Найбільш вираженими реакціями на низьку температуру є звуження судин м'язів та шкіри. При цьому зніжується пульс, збільшується об'єм дихання і споживання кисню. Тривала дія знижених температур спричиняє появу таких

захворювань як радикуліт, невралгія суглобного та м'язового ревматизму, інфекційних запалювань дихального тракту, алергії та ін.

Зниження температури тіла викликає порушення рефлексорних реакцій, зниження тактильних та інших реакцій, утруднюються рухи. Це також може бути причиною збільшення виробничого травматизму.

Недостатня вологість повітря (нижче 20 %) є наслідком до підсихання слизових оболонок дихального тракту та очей, унаслідок чого зменшується їх захисна здатність протистояти мікробам.

Дія метеорологічних чинників може бути двох видів: *антагоністичний і синергічний*.

При антагоністичній дії вплив одного або декількох чинників послаблюється або зникає повністю під впливом іншого чинника (*підвищена температура знижується із збільшенням швидкості руху повітря*).

За синергічної дії несприятливий вплив одного метеорологічного чинника посилюється іншим, що діє одночасно з першим (*підвищена швидкість руху повітря за низьких температур погіршує самопочуття, тому що посилюється конвекційний теплообмін і процес тепловіддачі за випаровування поту*).

Зважаючи на вищевикладене, виходить, завдання по забезпеченню найкращих умов праці, коли не відбувається перенапруження механізму терморегуляції, повинне вирішуватися з врахуванням трьох основних параметрів – температури, відносної вологості і швидкості руху повітря.

*Оптимальне поєднання метеорологічних параметрів виробничого середовища називають **комфортністю**.*

Нормування параметрів мікроклімату

Санітарно-гігієнічне нормування умов мікроклімату здійснюється за ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», які встановлюють **оптимальні і допустимі** параметри мікроклімату залежно від загальних енерговитрат організму при виконанні робіт і періоду року.

За загальними енергозатратами організму на виконання робіт відповідно нормативу виділяють *три категорії робіт*:

а) категорія I – легкі фізичні роботи – поділяються:

- на **Ia** з витратами енергії до 140 Вт (до 120 Ккал/год), виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження;

- на **Iб** з витратами енергії 141–175 Вт (121–150 Ккал/год), виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням, та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

б) категорія II – фізичні роботи середньої важкості – поділяються:

- на **IIa** з витратами енергії 176–232 Вт (151–200 Ккал/год), пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи, і потребують певного фізичного напруження;

- на **IIб** з витратами енергії 232–290 Вт (201–250 Ккал/год), виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

в) категорія III – важкі фізичні роботи з витратами енергії 291–349 Вт (251–300 Ккал/год), пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

При санітарно-гігієнічному нормуванні умов виділяють два періоди року: теплий (середньодобова температура зовнішнього середовища вище +10 °С) і холодний (середньодобова температура зовнішнього середовища не перевищує 10 °С).

Параметри мікроклімату нормуються для **робочої зони** – простору, обмеженого за висотою 2 м від рівня підлоги або майданчика, на якому знаходяться місця постійного або тимчасового перебування працівників.

Постійне робоче місце – місце, на якому той, хто працює знаходиться більшу частину робочого часу (більше 50 % або 2 год. і більше безперервно). Якщо водночас робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, постійним робочим місцем вважається вся робоча зона. **Непостійне робоче місце** – місце, на якому той, хто працює знаходиться меншу частину робочого часу, тобто менше 50 % або менше 2 год. безперервно.

У основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладена диференційована оцінка оптимальних і допустимих метеорологічних умов в робочій зоні залежно від категорії робіт за ступенем важкості і періоду року.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які за тривалого та систематичного впливу на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць. Показники температури повітря в робочій зоні по висоті та горизонталі протягом робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури для такої категорії робіт.

Допустимі мікрокліматичні умови — це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, які 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 спостерігатись дискомфортні тепло відчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Величини показників допустимих мікрокліматичних умов встановлюються для постійних і непостійних робочих місць.

Інтенсивність теплового опромінювання працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати 35,0 Вт/м² – при опромінюванні 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 5.5 Контроль метеоумов і прилади для їх виміру

Для того, щоб визначити відповідає чи не відповідає повітряне середовище даного приміщення встановленим нормам, необхідно кількісно оцінити кожен з його параметрів за допомогою приладів (рис.2.2, 2.3).

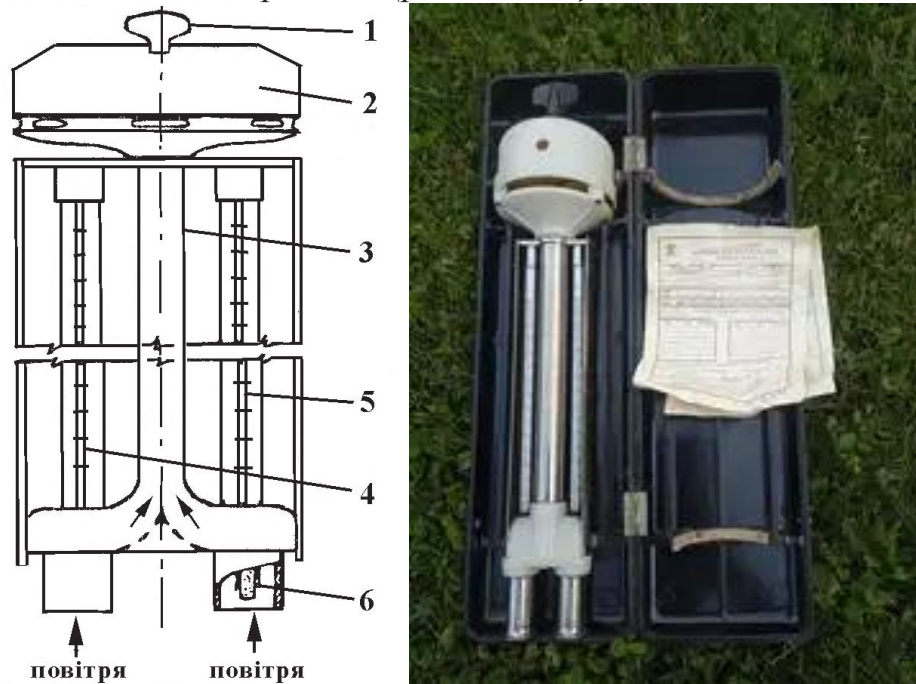


Рис. 2.2. Аспіраційний психрометр Ассмана

Виміри показників мікроклімату повинні проводитися на початку, середині і кінці холодного й теплого періодів року не менше трьох разів за зміну (на початку, середині і кінці). Вимірюють на висоті 1 м від підлоги, якщо роботи сидячи, і на висоті 1,5 м, якщо роботи виконують стоячи.

Температуру вимірюють звичайними ртутними або спиртовим **термометрами**. Для безперервної автоматичної реєстрації температури використовують самописні прилади – **термографи**.

Відносна вологість повітря (відношення фактичного вмісту маси водяної пари, що міститься на певний час в 1 м³ повітря до максимально можливого її вмісту при певній температурі) визначається за допомогою **психрометрів** (рис. 2.2), **гігрометрів і гігрографів**.

Визначення відносної вологості повітря.

Аспіраційний психрометр Ассмана (рис. 2.2) складається з двох однакових ртутних термометрів: сухого (4) і вологого (5), замкнених у захисні металеві трубки, що з'єднуються загальним повітропроводом (3) із пружинним вентилятором (2) у верхній частині пристрою. За допомогою ручки (1) заводиться пружина вентилятора. Вентилятор з постійною швидкістю 4 м/с проганяє повітря через резервуари термометрів для того, щоб вони обоє знаходилися водночас в однаковому стані. Резервуар вологого термометра обкутано батистом (6) і змочується дистильованою водою. Сухий термометр показує температуру довкілля. Вологий термометр через випаровування води показує меншу температуру.

Оскільки інтенсивність випаровування залежить від насиченості повітря вологою, то за різницею температур, що показані сухим і вологим термометрами, можна знайти абсолютну вологість повітря за формулою:

$$f_c = f_{\max v} - \alpha \times B \times (t_c - t_v),$$

де f_c – абсолютна вологість, що відповідає показникам сухого термометра, г/м³;
 $f_{\max v}$ – вологовміст повітря, максимально насиченого водяною парою за температури вологого термометра, г/м³ (береться з довідників);

B – барометричний тиск, мм рт. ст.;

α – психрометричний коефіцієнт, що залежить від швидкості руху повітря, м/с;

t_c і t_v – температура, °С, відповідно по сухому й вологому термометрах.

За величиною абсолютної вологості повітря робочої зони знаходять його фактичну відносну вологість в умовах дослідження:

$$\varphi = (f_c / f_{\max c}) \times 100\%,$$

де $f_{\max c}$ – вологовміст повітря максимально насиченого водяною парою за температури сухого термометра, г/м³.

Відносну вологість повітря можна визначити також за графіком, який додається до кожного приладу.

Визначення швидкості руху повітря. Для виміру швидкості руху повітря використовують *анемометри* (рис. 2.3), *термоанемометри* і *кататермометри* (спиртний термометр з двома резервуарами – кульовим внизу і циліндровим вгорі). Чашковий анемометр містить в собі обертові на осі чашечки 1 (рис. 2.3).

Вісь з'єднана з рахунковим механізмом. Рахунковий механізм має три шкали циферблата. За великим циферблатом стрілки 5 відраховують одиниці і десятки обертів, а за малими циферблатами 2 – тисячі й 4 – сотні обертів. Показання анемометра - це чотиризначне число. З правої лицьової сторони анемометра розташовано важіль 3 для вмикання і вимикання рахункового механізму. Кількість пройдених стрілками рахункового механізму поділок дорівнює числу обертів чашечок.

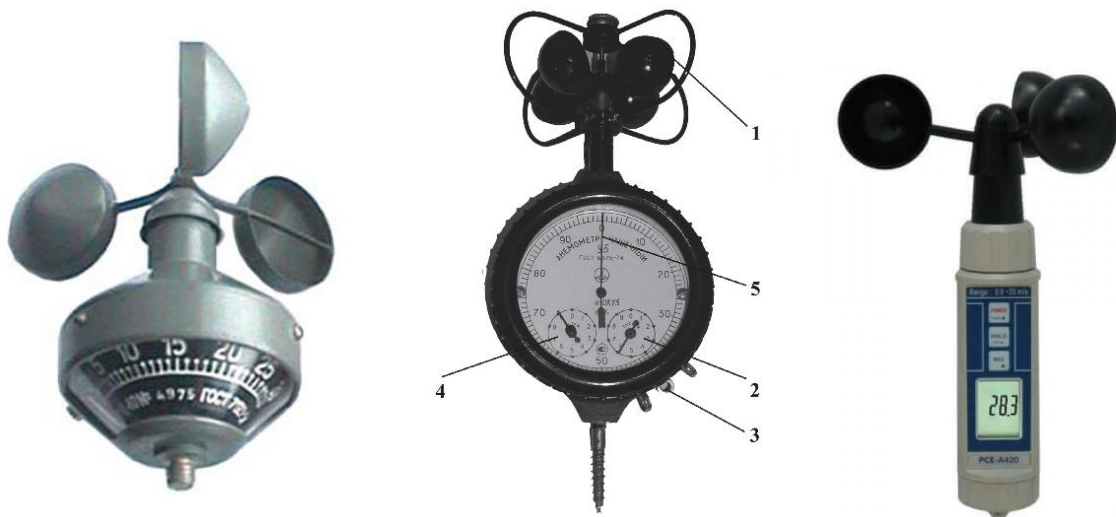


Рис. 2.3. Чашкові анемометри

Перед початком виміру рахунковий механізм анемометра треба вимкнути і записати початковий відлік за всіма трьома циферблатами N_1 . Потім анемометр з вимкненим рахунковим механізмом встановити в місце виміру для того, щоб чашечки опинилися в повітряному потоці. Після 20 - 30 секундного оберту чашечок одночасно включаються механізм приладу і секундомір. Після закінчення деякого періоду часу виміру, рахунковий механізм приладу слід вимкнути і записати кінцеві показання стрілок анемометра N_2 .

Вимірювання триває 100 с, після чого визначають кількість пройдених стрілками поділок за одиницю часу за формулою:

$$n = (N_2 - N_1)/t,$$

де N_1 , N_2 – показання стрілок анемометра відповідно до і після вимірювання; t – час виміру, с.

Швидкість руху повітря $V = f(n)$ знаходять за графіком, що додається до кожного анемометра.

Для оцінювання теплового випромінювання використовують **актинометри, болометри, електротермометри**.

Фактичні значення параметрів мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря), визначені за допомогою приладів, порівнюють з величинами, нормованими ДСН 3.3.6.042-99.

Загальні методи і засоби нормалізації параметрів мікроклімату.

Створення оптимальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях є складним завданням, вирішити яке можна за допомогою наступних методів і засобів:

- **удосконалення технологічних процесів і устаткування** – впровадження нових технологій і устаткування, не пов'язаних з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагрівання (зменшення виділення тепла у виробничі приміщення).

- **раціональне розміщення технологічного устаткування** – основні джерела теплоти розміщують безпосередньо під аераційними ліхтарями, біля зовнішніх стін і в один ряд.

- **автоматизація і дистанційне керування технологічними процесами;**

- **раціональна вентиляція, опалювання і кондиціонування повітря;**

- **раціоналізація режимів праці і відпочинку** – досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами, використанням *душу і створенням мікрокліматичних оазисів* усередині виробничих приміщень з надлишками тепла. Для працівників, які працюють на відкритому повітрі взимку, облаштування приміщення для обігріву з температурою, вище за комфортну;

- **використання теплоізоляційних матеріалів і захисних екранів.**

У приміщеннях із значними площами застелених поверхонь передбачаються заходи захисту від перегрівання у випадку потрапляння прямих сонячних променів у теплий період року (*орієнтація віконних прорізів схід-захід, улаштування жалюзі та ін.*);

- **використання засобів індивідуального захисту.**

Доцільно працівникам в умовах підвищеної температури на робочих місцях вживати газовану підсолону (0,5%) воду. Це запобігає втраті води організмом, а також необхідних для людини солей та мікроелементів. Ці заходи поліпшують самопочуття та працездатність робітників в умовах дії підвищеної температури на робочих місцях.

Забруднення повітря виробничих приміщень

Вплив шкідливих речовин на організм людини

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечувати не лише комфортні метеорологічні умови, але й необхідну чистоту повітря. Унаслідок виробничої діяльності в повітряне середовище приміщень можуть потрапляти різні шкідливі речовини, які використовують в технологічних процесах. *Шкідливими вважаються речовини, які у разі контакту з організмом людини можуть спричинити захворювання чи відхилення у стані здоров'я як під час впливу речовини, так і в подальший період життя теперішнього й наступного поколінь (ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять).*

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через *органи дихання, шлунково-кишковий тракт, а також шкіру і слизові оболонки*. Через шляхи дихання потрапляють пари, гази і пилоподібні речовини. Це найбільш небезпечний шлях проникнення, оскільки через слизові оболонки дихальної системи шкідливі речовини швидко всмоктуються в кров і розносяться по всьому організму. Через шлунково-кишковий тракт шкідливі речовини потрапляють в процесі заковтування із слизом з носоглотки, а також з їжею і водою.

Під впливом кислого середовища шлункового соку токсичність хімічних речовин зростає, вони легко розчиняються і всмоктуються в кров. Через шкіру, в

основному, проникають рідинні речовини, а також ті речовини, які добре розчиняються в жирах і воді. Пошкодження шкіри також сприяють посиленню проникнення шкідливих речовин в організм.

Шкідливі речовини, які потрапили тим або іншим шляхом в організм людини можуть викликати отруєння: *гострі* (є наслідком короточасної дії шкідливих речовин, що потрапляють в організм у значних кількостях) і *хронічні* (розвиваються в результаті тривалої дії шкідливих речовин, що потрапляють в організм малими дозами).

Ступінь отруєння залежить від *токсичності речовини, її кількості, часу дії, шляхів проникнення, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму*. Окрім цього дія пилу на організм людини залежить також від її *походження (органічна, неорганічна і змішана), хімічного складу, розчинності в біологічних середовищах, мірі дисперсності і їхньої форми*.

У санітарно-гігієнічній практиці прийнято ділити шкідливі речовини на *хімічні речовини і промисловий пил*.

Класифікація шкідливих речовин

1. Всі шкідливі речовини, які використовують в промисловості, можна поділити на дві групи:

- *тверді отрути* – свинець, миш'як, оксиди кремнію і сірки, деякі фарби та ін.;
- *рідкі і газоподібні отрути* – оксид вуглецю, сірковуглець, ацетилен, спирти;

2. Всі шкідливі речовини поділяють на *4 агрегатні стани* – *рідкі, тверді, паро -, газоподібні*. Пари і гази утворюють з повітрям суміші, а тверді речовини – дисперсні системи (аерозолі).

3. По *дисперсності* шкідливі речовини поділяють:

- *на пил* – більше 1 мкм;
- *на дим* – менше 1 мкм;
- *на туман* – рідкі частки менше 10 мкм.

4. За *характером токсичності* шкідливі речовини поділяють на 4 групи:

- *їдкі, які руйнують шкіру і слизові оболонки* – соляна і сірчана кислоти та ін.;
- *які діють на органи дихання* – оксиди кремнію, сірки та ін.;
- *які діють на кров* – оксид вуглецю, миш'яковистий водень та ін.;
- *які діють на нервову систему* – спирти, ефіри, сірководень, вуглеводні.

5. Хімічні речовини (шкідливі і небезпечні) за *характером і ступенем дії на організм людини* ділять на:

- *загальнотоксичні*, які викликають отруєння всього організму (ртуть, оксид вуглецю, толуол, анілін);
- *подразнювальні*, які викликають подразнення дихальних шляхів і слизових оболонок (хлор, аміак, сірководень, озон);
- *сенсibiliзуювальні*, які діють як алергени (альдегіди, розчинники і лаки на основі нітросполук);

- *канцерогенні*, які викликають ракові захворювання (ароматичні вуглеводні, аміносполуки, азбест);

- *мутагенні*, які викликають зміни спадкової інформації (свинець, радіоактивні речовини, формальдегіди);

- які впливають на репродуктивну (відновлення потомства) функцію (бензол, свинець, марганець, нікотин).

6. *Пил за способом створення ділять:*

- *на пил дезінтеграції* (у разі подрібнення, дроблення);

- *на пил конденсації* (під час охолодження і подальшої конденсації в повітрі пари металів і неметалів).

7. *Пил за дією на організм людини поділяють:*

- *на токсичний* (викликає отруєння);

- *на нейтральний* (викликає механічні пошкодження тканин).

Нормування шкідливих речовин

Шкідливі речовини, які потрапили в організм людини, викликають порушення здоров'я лише у тому випадку, коли їхня кількість у повітрі перевищує гранично допустиму для кожної речовини величину. *За гранично допустимою концентрацією (ГДК) вважають таку концентрацію, яка у випадку щоденної (окрім вихідних днів) роботи впродовж 8 годин або іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) за час всього трудового стажу не може викликати професійного захворювання або розладів у стані здоров'я, які можна визначити сучасними методами як в процесі праці, так і в подальший період життя теперішнього і наступних поколінь.*

За величиною ГДК у повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяють на 4 класи небезпеки:

- 1-й клас – *речовини надзвичайно небезпечні*, ГДК менше 0,1 мг/м³ (свинець, ртуть, берилій, озон);

- 2-й клас – *речовини високо небезпечні*, ГДК від 0,1 до 1,0 мг/м³ (кислоти сірчана і соляна, хлор, фенол, їдкі луки);

- 3-й клас – *речовини помірно небезпечні*, ГДК 1,1 – 10 мг/м³ (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий);

- 4-й клас – *речовини мало небезпечні*, ГДК більше 10 мг/м³ (аміак, бензин, ацетон, цемент).

Необхідно також мати на увазі, що в списку ГДК наведено більше 1 300 найменувань шкідливих речовин, і поряд з нормативною величиною стоїть літера, яка вказує на особливість дії цієї речовини на організм людини:

О – гостро направленої дії;

А – алергічної дії;

К – канцерогенної дії;

Ф – фіброгенної дії.

У випадку вмісту в повітрі робочої зони декількох речовин односпрямованої дії для забезпечення безпеки роботи слід дотримуватися наступної умови:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \frac{C_3}{ГДК_3} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1;$$

де $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ – концентрації відповідних шкідливих речовин в повітрі, мг/м³;

ГДК₁, ГДК₂ ... ГДК_n – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м³.

Контроль концентрації шкідливих речовин

Для контролю концентрації шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень і робочих зон використовують наступні методи:

-*експрес-метод*, який базується на явищі колориметрії (зміні кольору індикаторного порошку в результаті дії відповідної шкідливої речовини) і дозволяє швидко і з достатньою точністю визначити концентрацію шкідливої речовини безпосередньо в робочій зоні. Для цього методу використовують газоаналізатори (УГ-2, ГХ-4 та ін.).

Аналізи повітряного середовища роблять за допомогою газоаналізаторів різноманітних конструкцій. Одним з найбільш поширених і призначених для експресного кількісного визначення шкідливих речовин у повітрі є універсальний переносний газоаналізатор УГ-2.

Принцип роботи газоаналізатора УГ-2 (рис. 2.4) засновано на лінійно-колористичному методі. Він полягає в аспірації повітря, яке досліджують, за допомогою проходження повітря відбірного пристрою крізь індикаторні трубки, заповнені зернистим сорбентом з нанесеним на нього кольору утворюючого реагенту.

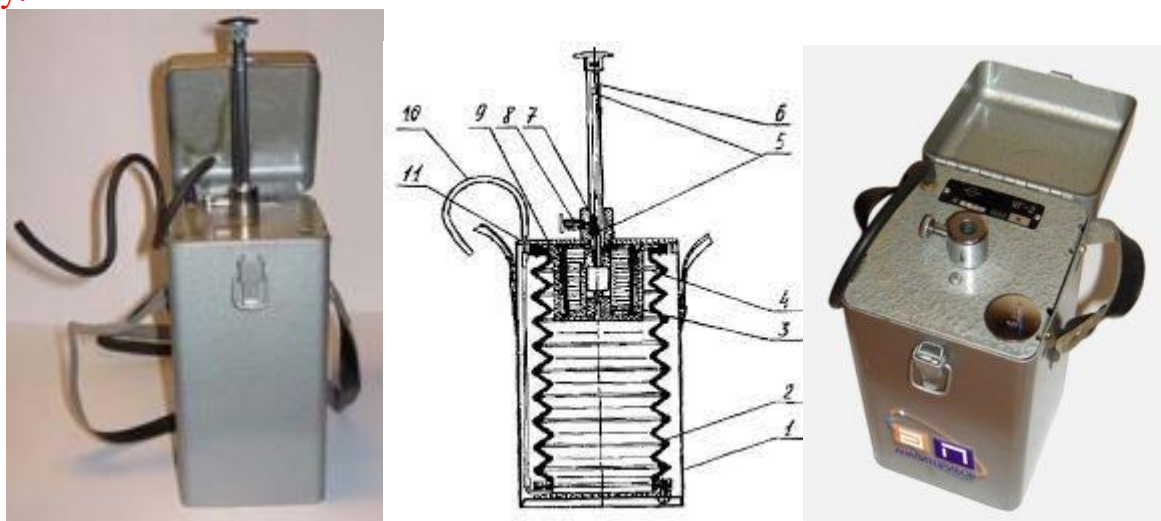


Рис. 2.4. Універсальний газоаналізатор УГ-2

У комплект УГ-2 входить повітрязабірний пристрій з трьома штоками, вимірювальні шкали, індикаторні трубки, трубки-патрони для очищення газів (парів) від домішок, і набір приладів для опорядження індикаторних трубок, трубок-патронів, та запас індикаторних порошків в ампулах.

Принцип дії приладу УГ-2 засновано на утворенні пофарбованого стовпчика у процесі проходження забрудненого повітря крізь індикаторну трубку, заповнену реагентом. Утворення пофарбованого стовпчика в індикаторній трубці відбувається внаслідок реакції, що виникає між газом (парою), що аналізують, та реактивом наповнювача індикаторної трубки. При цьому утворюється кольоровий продукт, відмінний від вихідного. Довжина пофарбованого стовпчика індикаторного порошку в трубці пропорційна концентрації газу (пари) в повітрі, що аналізують, і визначається за шкалою, градуйованою у мг/м^3 .

Основною частиною повітрязбірного обладнання (рис. 2.4), за допомогою якого прокачується повітря з аналізованим газом (парою) крізь індикаторну трубку, є гумовий сильфон 2, розташований всередині металевого стакану 1. Гумовий сильфон утримується в розтягнутому стані за допомогою пружини 3, яка розташована в пружинному стакані 4. Досліджуване повітря прокачують крізь індикаторну трубку за допомогою попередньо стиснутого на визначену величину спеціальним штоком 6 сильфону. На верхній платі 9 повітрязбірного пристрою розташована нерухома втулка 7, для спрямування штоку під час стискання сильфону. На штуцері 11 із внутрішньої сторони одягнуто гумову трубку 10, з'єднану другим кінцем через нижній фланець 12 із внутрішньою порожниною сильфону. До вільного кінця трубки приєднують індикаторну трубку і, якщо необхідно, фільтрувальний патрон.

Прокачування досліджуваного повітря через індикаторну трубку проводять після попереднього стискання сильфону штоком. На гранях (під голівкою штока) позначено об'єми повітря, що прокачують під час аналізу. На циліндричній поверхні штока є чотири поздовжні канавки, кожна з двома заглибленнями 5, які служать для фіксації фіксатором 8 об'єму повітря.

Відстань між заглибленнями на канавках підібрано таким чином, щоб під час руху штока від одного заглиблення до другого сильфон забирав необхідну для аналізу даного газу кількість досліджуваного повітря.

Індикаторні трубки для визначення концентрації досліджуваного газу (пари) у повітрі - це скляні трубки довжиною 92 мм із внутрішнім діаметром 2,5...2,6 мм, які заповнюють індикаторним порошком. Порошок у трубці утримується за допомогою двох тампонів з гігроскопічної вати. Вибір індикаторного порошку визначається видом газу (пари) шкідливої речовини, що знаходиться у повітрі. З метою захисту порошку у трубках від стороннього впливу кінці трубок герметизують, а безпосередньо перед проведенням досліджень цей герметик вилучають.

- *лабораторний метод* - полягає у відборі проб повітря з робочої зони і проведенні фізико-хімічного аналізу (хроматографічний, фотоколориметричний) у лабораторних умовах. Цей метод дозволяє отримати точні результати, проте вимагає значного часу.

- *метод безперервної автоматичної реєстрації* вмісту в повітрі шкідливих хімічних речовин з використанням газоаналізаторів і газосигналізаторів.

Запиленість повітря можна визначити ваговим, електричним, фотоелектричним, рахунковим методами. На практиці найчастіше

використовують ваговий метод. Для цього зважують спеціальний фільтр до і після простягання через нього певного об'єму запиленого повітря, а потім визначають вагу пилу в мг/м^3 .

Методи регулювання якості повітряного середовища і зниження негативного впливу забруднювальних та шкідливих речовин на працівників.

Методи регулювання якості повітряного середовища є невід'ємною частиною загальнодержавного підходу до керування навколишнім середовищем відповідно до ДСТУ ISO 14001:2015 Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2015, IDT) та ДСТУ ISO 14004:2016 Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо запроваджування (ISO 14004:2016, IDT).

Ці методи можуть бути класифіковані за рівнем значимості:

- **глобальний** — «безвідходні» та передові технології, нові види палива й енергії, нові типи двигунів, міжнародне квотування викидів різних інгредієнтів, міжнародні угоди в галузі екологічного аудиту та ін.;

- **регіональний** — організаційно-планувальні (вибір території і розташування промислових об'єктів); організаційно-економічні (ліцензування діяльності, регіональне квотування викидів, установлення плати за викиди, штрафні санкції, страхування екологічних ризиків, пільги); нормативно-правові (установлення гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин у повітряному середовищі, установлення гранично допустимих викидів на джерела викидів, нормування технологічних викидів, вимоги до інвентаризації викидів); вибір технологій, палива, застосування ефективних методів очищення й уловлювання забруднювальних речовин;

- **на рівні підприємства** — зниження викидів у джерелі утворення (технологічні методи, вибір устаткування і рівень його обслуговування, автоматизація технологічних процесів, зменшення викидів шкідливих речовин у зоні їхнього утворення, локалізація джерел викидів, герметизація устаткування, уловлювання забрудненого повітря та його ефективне очищення, вентиляція, контроль якості повітряного середовища);

- **на робочому місці** — герметизація (локалізація) робочого місця та створення на робочому місці нормальних параметрів повітряного середовища, застосування засобів індивідуального захисту, організаційні методи роботи.

Загальні заходи та засоби попередження забруднення повітряного середовища на виробництві і захисту працівників містять:

- вилучення шкідливих речовин в технологічних процесах, заміна шкідливих речовин менш шкідливими та ін. (свинцеві білила — цинковими; метиловий спирт — іншими спиртами; органічні розчинники для знежирювання — мийними розчинами на основі води);

- удосконалення технологічних процесів та устаткування (застосування замкнутих технологічних циклів, безперервних технологічних процесів, мокрих способів переробки пиломатеріалів та ін.);

- автоматизація і дистанційне керування технологічними процесами і устаткуванням, що виключають безпосередній контакт працівників зі шкідливими речовинами;
- герметизація виробничого устаткування, робота технологічного устаткування у вакуумі, локалізація шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції, аспіраційних укриттів;
- нормальне функціонування систем опалювання, загально обмінної вентиляції, кондиціювання повітря, очищення викидів в атмосферу;
- первинні та періодичні медичні огляди працівників, що працюють у шкідливих умовах, профілактичне харчування, дотримання правил особистої гігієни;
- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- законодавчі, санітарні й лікувально-профілактичні заходи передбачають для осіб, які працюють з токсичними речовинами, встановлювати обмеження робочого дня, збільшення відпустки, ранні терміни виходу на пенсію тощо;
- використання засобів індивідуального захисту – спецодяг, засоби захисту органів дихання (протигази фільтрувальні, шлангові; респіратори), засоби захисту шкіри, рук, обличчя (пасти, мазі).

У разі перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони персонал зобов'язаний застосовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), які є одним із найбільш ефективних заходів попередження негативного впливу на працівників шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища.

До засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) від дії задушливих та токсичних газів, пару та пилу належать: респіратори (рис. 2.4), промислові протигази та ізолювальні дихальні апарати, що забезпечують очищення повітря від шкідливих речовин до рівня, який не перевищує ГДК та відповідає вимогам ДСТУ EN.



Рис. 2.4. Респіратори протипилові

Успіх функціонування будь-якої системи регулювання якості повітряного середовища залежить від ефективності всіх її ієрархічних та функціональних рівнів. Для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на параметри повітряного середовища є організація належного

повітрообміну (вентиляції) у приміщеннях, а також локалізація джерел викидів з наступним видаленням забрудненого повітря та його очищенням (аспірація).

Оздоровлення повітря виробничих приміщень. Вентиляція виробничих приміщень.

Вентиляція — це організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подавання на його місце свіжого. Завданням вентиляції є забезпечення чистоти повітря та заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях.

За способом переміщення повітря розрізняють системи природної, механічної та змішаної вентиляції. Головним параметром вентиляції є повітрообмін, тобто обсяг повітря, що видаляється (L_B) або надходить у приміщення (L_P).

Для ефективної роботи вентиляції необхідно виконувати низку вимог:

1. Обсяг надходження повітря L_P у приміщення повинний відповідати обсягу видалення повітря L_B . Різниця між цими обсягами не повинна перевищувати 10- 15%. Можлива організація повітрообміну, коли обсяг повітря, що надходить більше обсягу повітря, що видаляється. При цьому в приміщенні створюється надлишковий тиск у порівнянні з атмосферним, що виключає інфільтрацію забруднювальних речовин у це приміщення. Таку організацію вентиляції здійснюють у виробництвах, де висуюють підвищені вимоги до чистоти повітряного середовища (наприклад, виробництво електронного устаткування).

Щоб уникнути витоків із приміщень з підвищеним рівнем забруднення, обсяг повітря, що видаляється з них, повинен перевищувати обсяг повітря, що надходить. У такому приміщенні створюється незначне зниження тиску в порівнянні із тиском у зовнішньому середовищі.

2. Для організації повітрообміну необхідно свіже повітря подавати в ті частини приміщення, де концентрація шкідливих речовин мінімальна, а видаляти повітря необхідно з найбільш забруднених зон. Якщо щільність шкідливих газів нижче щільності повітря, то видалення забрудненого повітря виконується з верхньої частини приміщення, у випадку видалення шкідливих речовин із щільністю більшою ніж у повітря — з нижньої зони.

3. Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрівання, шум, вібрація, пожежовибухонебезпечність).

4. Система вентиляції повинна бути надійною в експлуатації та економною.

Визначення необхідного повітрообміну у випадку загальнообмінної вентиляції.

Відповідно до санітарних норм усі виробничі та допоміжні приміщення повинні вентилюватися. *Необхідний повітрообмін (кількість повітря, що подається чи видаляється з приміщення) за одиницю часу (L , $\text{м}^3/\text{год}$) може бути визначений різними методами залежно від конкретних умов.*

1. У разі нормального мікроклімату та відсутності шкідливих речовин необхідний повітрообмін може бути визначений за формулою:

$$L = n \cdot L',$$

де n – число працівників;

L' – витрата повітря на одного працівника, прийнята залежно від об'єму приміщення, що припадає на одного працівника V' , м^3 (при $V' < 20 \text{ м}^3$, $L' = 30 \text{ м}^3/\text{год}$; при $V' = 20 \dots 40 \text{ м}^3$, $L' = 20 \text{ м}^3/\text{год}$; при $V' > 40 \text{ м}^3$ і за умови природної вентиляції повітрообмін не розраховують); відсутня природня вентиляція (герметичні кабінки) $L' = 60 \text{ м}^3/\text{год}$).

2. Під час видалення шкідливих речовин з приміщення необхідний повітрообмін визначається, виходячи з їхнього розбавлення до допустимих концентрацій. Розрахунок повітрообміну проводиться виходячи з балансу утворюваних у приміщенні шкідливих речовин та речовин, що видаляються з нього, за формулою:

$$L = G_{\text{ШР}} / (C_{\text{вид}} - C_{\text{пр}}),$$

де $G_{\text{ШР}}$ – маса шкідливих речовин, що виділяються у робочому приміщенні за одиницю часу, $\text{мг}/\text{год}$;

$C_{\text{вид}}$ і $C_{\text{пр}}$ – концентрації шкідливих речовин у повітрі, що видаляється, та у повітрі, що надходить ($C_{\text{вид}} \leq \text{ГДК}$, $C_{\text{пр}} \leq 0,3 \text{ ГДК}$).

3. У випадку боротьби з надлишковим теплом необхідний повітрообмін залежить від умов асиміляції тепла та обсягу повітря, що надходить, його визначають за формулою:

$$L = Q_{\text{над}} / (\rho_{\text{пр}} \cdot c_{\text{п}} \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{пр}}));$$

де $Q_{\text{над}}$ – надлишкові тепловиділення, $\text{ккал}/\text{год}$,

$\rho_{\text{пр}}$ – густина припливного повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$c_{\text{п}}$ – теплоємність повітря, $\text{ккал}/(\text{кг} \cdot \text{град})$, (теплоємність сухого повітря $0,24 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot \text{град})$);

$t_{\text{вид}}$, $t_{\text{пр}}$ – температура повітря, що видаляється і повітря, що надходить, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{\text{над}} = Q_{\text{сум}} - Q_{\text{вид}},$$

де: $Q_{\text{сум}}$ – сумарне надходження тепла,

$Q_{\text{вид}}$ – кількість тепла, що видаляється за рахунок тепловтрат.

4. Для орієнтовного визначення необхідного повітрообміну (L , $\text{м}^3/\text{год}$) застосовується розрахунок за кратністю повітрообміну. Кратність повітрообміну (K) показує, скільки разів за годину міняється повітря у всьому об'ємі приміщення (V , м^3):

$$L = K \cdot V,$$

де K – коефіцієнт кратності повітрообміну ($K = 1 \dots 10$).

Природна вентиляція

Природна вентиляція — система вентиляції, переміщення повітря в якій здійснюється завдяки різниці тисків, яка виникає усередині і зовні приміщення. Різниця тисків обумовлена різницею щільності зовнішнього та внутрішнього повітря (гравітаційний тиск чи тепловий напір ΔP_T) і вітровим напором (ΔP_B), що діє на будову. Розрахунок теплового напору можна виконати за формулою:

$$\Delta P_T = g \cdot h \cdot (\rho_z - \rho_v), \text{ (Па)},$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

h – вертикальна відстань між центрами припливного та витяжного отворів, м ;

$\rho_z - \rho_v$ – густина зовнішнього і внутрішнього повітря, кг/м^3 .

Під час дії вітру на поверхнях будинку з навітряної сторони утворюється надлишковий тиск, на підвітряній стороні — розрідження. Вітровий напір може бути розрахований за формулою:

$$\Delta P_B = k_n \cdot (v_B^2 \cdot \rho_z) / 2, \text{ (Па)},$$

де k_n – коефіцієнт аеродинамічного опору будинку (визначається емпіричним шляхом);

v_B – швидкість вітрового потоку, м/с .

Неорганізована природна вентиляція (інфільтрація) здійснюється зміною повітря в приміщеннях через нещільності в елементах будівельних конструкцій завдяки різниці тиску зовні й усередині приміщення. Такий повітрообмін залежить від низки випадкових факторів (сили та напрямку вітру, різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря, площі, через яку відбувається інфільтрація). Для житлових будинків інфільтрація досягає 0,5 - 0,75, а в промислових будинках 1 - 1,5 обсягу приміщень у годину. Для надійного постійного повітрообміну необхідно застосовувати організовану природну вентиляцію.

Організована природна вентиляція (аерація) може бути витяжна без організованого припливу повітря (канальна аерація) і витяжна з організованим припливом повітря (канальна та безканальна аерація). Канальну природну витяжну вентиляцію без організованого припливу повітря широко застосовують в житлових і адміністративних будинках. Розрахунковий гравітаційний тиск таких систем вентиляцій визначають, коли температура зовнішнього повітря $+5^\circ\text{C}$, вважаючи, що весь тиск падає в тракті витяжного каналу, при цьому опір надходження повітря в будинок не враховують. Для розрахунку мережі повітроводів насамперед роблять орієнтований підбір їхніх площин, на основі допустимих швидкостей руху повітря в каналах верхнього поверху 0,5 – 0,8 м/с , у

каналах нижнього поверху і у забірних каналах 1,0 м/с, у витяжній шахті 1– 1,5 м/с.



Рис. 2.5. Дефлектор

Для збільшення тиску в системах природної вентиляції на даху будівлі витяжні шахти обладнуються насадками-дефлекторами, які розташовують у зоні ефективної дії вітру (рис. 2.5).

Посилення тяги відбувається завдяки розрідженню, яке виникає, коли дефлектора обвіває потоком повітря, що надходить. Орієнтовно продуктивність дефлектора може бути розрахована за формулою:

$$L_d = 1131,73 \cdot D^2 \cdot v_v, (\text{м}^3/\text{год}),$$

де D – діаметр підвідного патрубка, (м);
 v_v – швидкість вітру, (м/с).

Як правило, організована природна загальнообмінна вентиляція виробничих приміщень здійснюється в результаті надходження і видалення повітря через фрамуги вікон та аераційні ліхтарі – безканальна аерація (рис. 2.6).

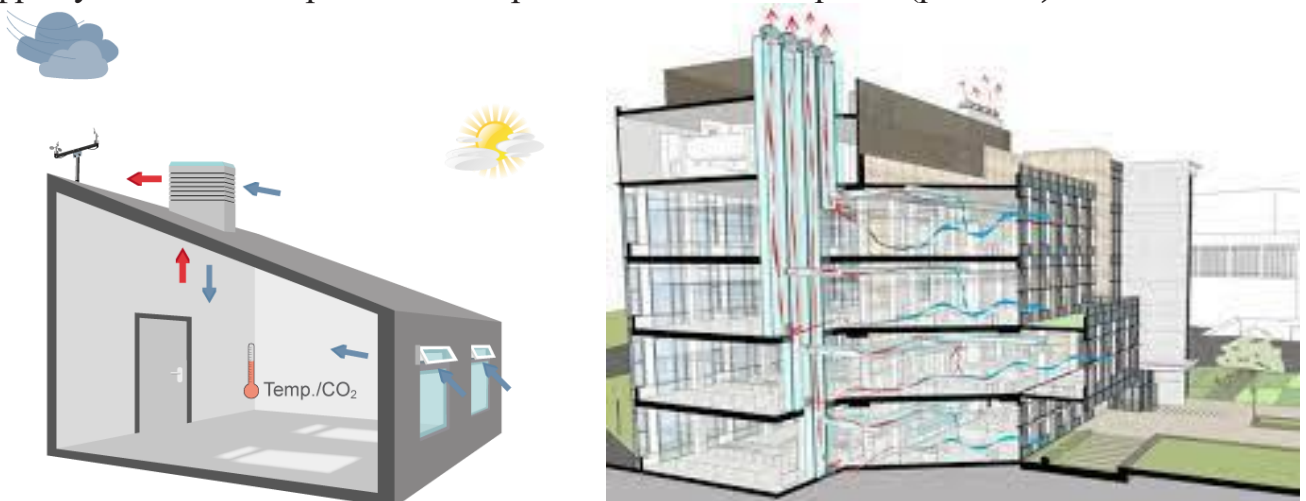


Рис.2.6. Аерація приміщень

Повітрообмін регулюють різним ступенем відкривання фрамуг (залежно від температури зовнішнього повітря чи швидкості і напрямку вітру). Цей спосіб вентиляції використовують в промислових будівлях, яким характерні

технологічні процеси з великим тепловиділенням (прокатні, ливарні, ковальські цехи).

Основною перевагою аерації є можливість здійснювати повітрообмін великих об'ємів повітря без витрат механічної енергії. Недоліки аерації: в теплий період року ефективність цього методу може істотно знижуватись через зниження перепаду температур зовнішнього і внутрішнього повітря; повітря, яке надходить у приміщення, не піддається попередньому очищенню, підігріванню чи охолодженню залежно від пори року, а повітря, що видаляється, в окремих випадках може забруднювати атмосферу.

Механічна вентиляція.

Механічна вентиляція — вентиляція, за допомогою якої повітря подається в приміщення чи видаляється з них з використанням механічних систем. Якщо система механічної вентиляції призначена для подавання повітря, то вона називається припливною (рис. 2.7, а), якщо ж вона призначена для видалення повітря – витяжною (рис. 2.7, б). Можлива організація повітрообміну з одночасним подаванням та видаленням повітря – припливно-витяжна вентиляція (рис. 2.7, в). В окремих випадках для скорочення експлуатаційних витрат на нагрівання повітря застосовують системи вентиляцій з частковою рециркуляцією (до свіжого повітря підмішується повітря, вилучене із приміщення).

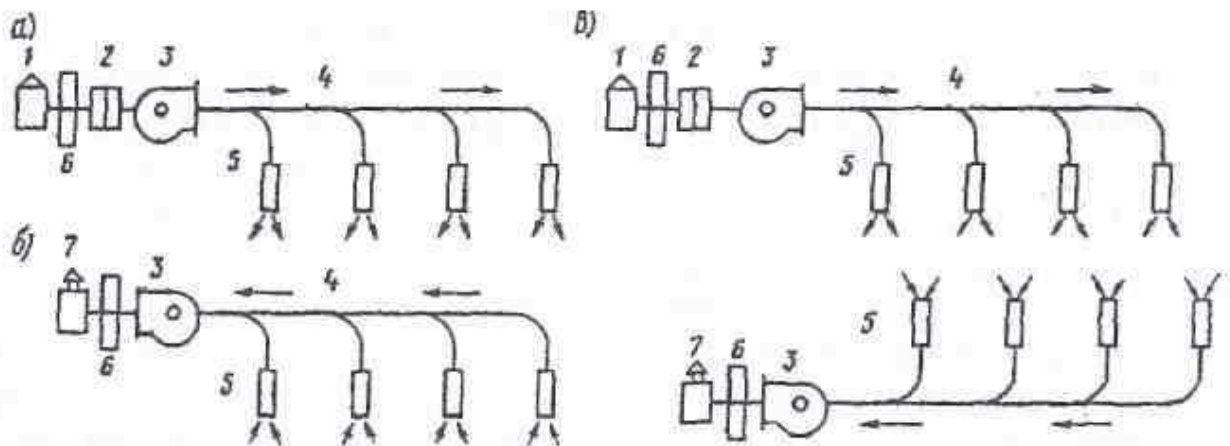


Рис. 2.7. Схеми механічної вентиляції: а – припливна; б – витяжна; в – припливно-витяжна; 1 – повітрозабірний пристрій; 2 – повітронагрівач та зволожувач; 3 – вентилятор; 4 – магістральні повітроводи; 5 – насадки для регулювання припливу та забору повітря; 6 – очищувач; 7 – шахта для викиду забрудненого повітря

За місцем дії вентиляція може бути загальнообмінною і місцевою. У випадку загальнообмінної вентиляції необхідні параметри повітря підтримуються у всьому об'ємі приміщення. Таку систему доцільно застосовувати, коли шкідливі речовини виділяються рівномірно по всьому приміщенню. Якщо робочі місця мають фіксоване розташування, то з економічних міркувань можна організувати оздоровлення повітряного середовища тільки в місцях перебування людей (наприклад, **душовання** робочих місць у гарячих цехах). Витрати на повітрообмін

значно скорочуються, якщо уловлювати шкідливі речовини в місцях їхнього виділення, не допускаючи їхнього поширення на весь об'єм приміщення. З цієї метою поруч із зоною утворення шкідливих речовин встановлюють пристрої забору повітря (витяжні шафи, укриття-бокси, відсмоктувачі відкритого та закритого типів, тощо). Така вентиляція називається місцевою (рис. 2.8).

У виробничих приміщеннях, у яких можливо раптове надходження великої кількості шкідливих речовин, передбачено влаштування аварійної вентиляції.

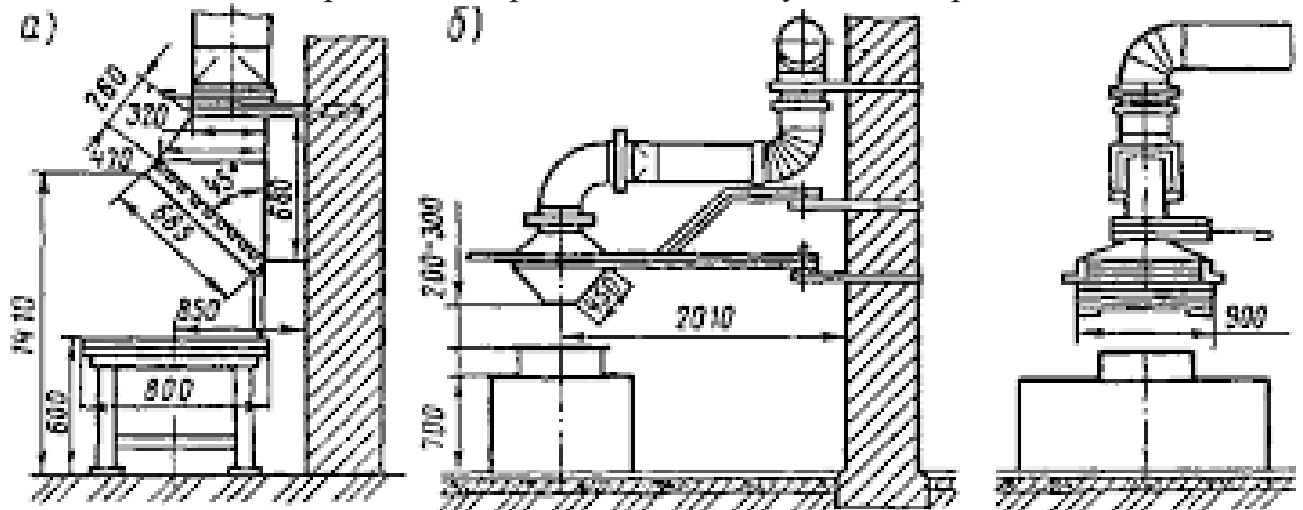


Рис. 2.8. Похилий боковий (панельний) відсмоктувач над зварювальним столом: а – одностороннього всмоктування; б – двостороннього всмоктування

У системах механічної вентиляції рух повітря здійснюється в основному вентиляторами – повітрорудними машинами (осьового чи радіального типу) і в деяких випадках ежекторами. Вентилятор осьового типу — це розташоване в циліндричному кожусі лопаткове колесо, під час обертання якого повітря, що надходить у вентилятор, під дією лопаток переміщується в осьовому напрямку. До переваг осьових вентиляторів належать простота конструкції, велика продуктивність, можливість реверсування потоку повітря. Основні недоліки – мала величина тиску (30-300 Па) та підвищений шум.

Вентилятор радіального типу складається зі спірального корпуса з розміщеним усередині лопатковим колесом, під час обертання якого повітря, що надходить через вхідний отвір, потрапляє в канали між лопатками колеса і під дією відцентрової сили переміщається по цих каналах, збирається корпусом та виштовхується через випускний отвір. Тиск вентиляторів такого типу може досягати більш 10 000 Па.

Вентиляційна система (припливна, витяжна, припливно-витяжна), як правило, складається з повітрязабірних пристроїв та пристроїв для викиду повітря (розташованих зовні будинку), пристроїв для очищення повітря від пилу та газів, калориферів — для підігріву повітря в холодний період, повітроводів, вентиляторів, пристроїв подачі та видалення повітря в приміщенні, дроселів та засувок.

Розрахунок вентиляційної мережі полягає у визначенні втрат тиску в повітроводах (втрати на тертя повітря (P_{TP}) в повітроводах, в місцевих опорах ($P_{МО}$) – повороти, зміни площ, перетини, фільтри, калорифери, тощо). Повні

втрати тиску P_{Σ} (Па) визначають підсумовуванням втрат тиску на окремих розрахункових ділянках:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{тр}} + P_{\text{мо}} = \frac{\sum_1^n l \cdot \lambda}{d + \sum_1^m \xi} \cdot \rho \cdot v_{\text{п}}^2$$

де l – довжина ділянки повітроводу, що характеризується сталістю втрат тиску та швидкості повітря, м;

d – діаметр перерізу повітроводу, м;

λ – коефіцієнт опору тертя (орієнтовно $\lambda = 0,02$);

ξ – коефіцієнт місцевого опору (довідкові дані залежно від фасонних змін повітроводів та устаткування, $\xi = 0 \dots 1000$);

ρ – густина повітря, кг/м³;

$v_{\text{п}}$ – швидкість повітря, м/с;

n – кількість ділянок магістралі;

m – кількість елементів місцевих опорів.

Порядок розрахунку вентиляційної мережі наступний:

1. Вибирають конфігурацію мережі залежно від розміщення приміщень, установок, робочих місць, які повинна обслуговувати вентиляційна система.

2. Знаючи необхідну витрату повітря на окремих ділянках повітроводів, визначають площі їхніх поперечних перерізів, врахувавши допустимі швидкості руху повітря (у звичайних вентиляційних системах швидкості обирають 6 - 12 м/с, а в аспіраційних установках для запобігання засмічення – 10 - 25 м/с).

3. Розраховують опір мережі, як розрахункову звичайно обирають найбільш довгу магістраль.

4. Із каталогів обирають вентилятор та електродвигун. Якщо аеродинамічний опір мережі виявився занадто великим, розміри повітроводів збільшують та роблять перерахунок мережі.

На підставі даних про необхідну продуктивність та тиск роблять вибір вентилятора за його аеродинамічною характеристикою, що графічно виражає зв'язок між тиском, продуктивністю та ККД при визначених швидкостях обертання ($P - L$ характеристика). Обираючи вентилятор, враховують, що його продуктивність пропорційна швидкості обертання робочого колеса, повний тиск – квадрату швидкості обертання, а споживана потужність – кубу швидкості обертання. Установочну потужність електродвигуна (N , кВт) для вентилятора розраховують за формулою:

$$N = \frac{k \cdot L \cdot P}{1000 \cdot \eta_{\text{у}} \cdot \eta_{\text{п}}},$$

де: k – коефіцієнт запасу (1,05 - 1,15);

L – продуктивність вентилятора, м³/год;

P – повний тиск вентилятора, Па;

$\eta_{\text{у}}$ – ККД вентилятора;

η_n – ККД передачі від вентилятора до двигуна (для клиновидних пасів $\eta_n = 0,9 - 0,95$, для плоских пасів $0,85 - 0,9$).

Вентиляція не тільки забезпечує чистоту повітря та задані метеорологічні умови у виробничих приміщеннях, але і в разі присутності в повітрі робочої зони шкідливих та небезпечних речовин одночасно виконує і функції засобу колективного захисту працівників від їхнього негативного впливу.

Системи кондиціонування повітря

Системи кондиціонування повітря (СКП) забезпечують автоматичне підтримування в приміщенні незалежно від зовнішніх умов (постійних чи таких, що змінюються), за визначеною програмою: температури, вологості, чистоти та швидкості руху повітря.

Відповідно до вимог для конкретних приміщень повітря нагрівають або охолоджують, зволожують або висушують, очищають від забруднювальних речовин або виконують його дезінфекцію, дезодорацію, озонування.

Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при заданих параметрах зовнішнього повітря для теплого та холодного періодів року згідно з ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень).

До складу СКП належать: системи приготування (охолодження, підігріву, зволоження, озонування тощо), переміщення та розподілення повітря, засоби автоматики, дистанційного керування та контролю. Більшість з них, як правило, розташовано в основному пристрої СКП – кондиціонері.

Установки для кондиціонування повітря можуть бути централізованими (рис. 2.9) – вони обслуговують, як правило, одразу декілька приміщень або будинок, та місцевими (рис 2.10) – вони обслуговують лише окремі приміщення або робочі місця.



Рис. 2.9. Централізована установка кондиціонування

Продуктивність централізованих СКП може досягати 250 000 м³/год та більше. В централізованих СКП приготування та оброблення, як зовнішнього повітря, так і частини рециркуляційного повітря здійснюється в спеціально обладнаних для цього окремих приміщеннях з подальшим розподілом повітря по повітроводам в приміщення, що обслуговують. Для охолодження повітря

застосовують розпилену холодну воду та компресорні холодильні пристрої, а для підігрівання, як правило, калорифери.

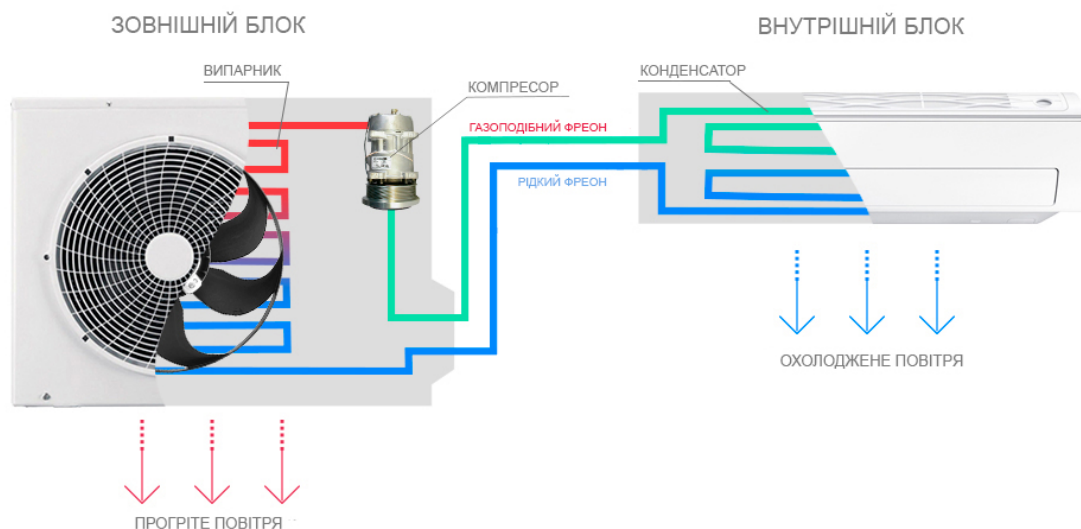


Рис. 2.10. Схематична конструкція кондиціонера.

Зі свого боку, місцеві СКП поділяють на автономні та неавтономні. Автономні СКП – це самодостатні системи, які мають усе необхідне устаткування для оброблення повітря (охолодження, підігрівання тощо) і потребують тільки підключення до електромережі або, в окремих випадках, також і до систем водопостачання та каналізації. На відміну від автономних, неавтономні СКП потребують обов'язкового підключення до зовнішніх систем подавання тепла та холоду.

Найбільш поширеними є автономні місцеві СКП типу «спліт». Така СКП (рис 2.10) має два блоки, один з них (внутрішній) розташовується усередині приміщення, другий (зовнішній) на стіні будівлі. У внутрішньому блоці розташовані фільтр, вентилятор, випаровувач та підігрівач (тільки в СКП реверсивного типу), а у зовнішній частині – компресор, конденсатор та вентилятор. Компресор, випаровувач та конденсатор з'єднані між собою трубками, в яких циркулює холодоагент (фреон). Робота кондиціонера здійснюється наступним чином. На вхід компресора подається газоподібний фреон під малим тиском 3 - 5 атм. Компресор стискає фреон до 10 - 15 атм, при цьому фреон нагрівається і надходить в конденсатор, що розташований у зовнішній частині.

В процесі інтенсивного обдування конденсатора зовнішнім вентилятором, фреон охолоджується та переходить у фазу легкої рідини. Далі з конденсатора він прямує через клапан, що знижує тиск, до випаровувача, де і поглинає тепло за рахунок випаровування. Температура поверхні радіатора-випаровувача знижується, що, зі свого боку, охолоджує повітря, яке прямує через радіатор за допомогою внутрішнього вентилятора до приміщення. Далі цикл повторюється.

Таким чином, ця система лише охолоджує внутрішнє повітря приміщення (надходження свіжого повітря відсутнє). Очищення внутрішнього повітря

здійснюється за допомогою фільтра. Нагрівання внутрішнього повітря приміщення здійснюється за допомогою СКП реверсивного типу, які мають у внутрішньому блоці спеціальні електричні підігрівачі і, завдяки цьому, спроможні не тільки охолоджувати, а й нагрівати повітря приміщень.

Вибір СКП типу «спліт» здійснюють за його можливою максимальною потужністю щодо охолодження з урахуванням всіх тепловиділень в робочому приміщенні. Орієнтовно, розрахунок потрібної потужності (Q_K) СКП типу «спліт» можна зробити за формулою:

$$Q_K = Q_z + Q_o + Q_p,$$

де Q_o – виділення тепла від обладнання, кВт (для персонального комп'ютера та копіювального пристрою орієнтовно становить 0,3 кВт, для інших електричних приладів $Q_o = 0,55 \cdot P$, де P – паспортна потужність, кВт);

Q_p – виділення тепла від робітників (при спокійній роботі $Q_p = 0,1$ кВт);

Q_z – зовнішній приплив тепла;

орієнтовно $Q_z = q \cdot V$,

де: q – коефіцієнт (30...40 Вт/м³), для вікон південної орієнтації $q = 40$ Вт/м³, для північної – $q = 30$ Вт/м³, середнє значення $q = 35$ Вт/м³;

V – об'єм приміщення, м³;

Далі обирають необхідну за потужністю марку кондиціонера або розраховують необхідну кількість кондиціонерів.

Засоби індивідуального захисту від впливу теплового опромінювання та переохолодження.

У разі неможливості технічними засобами забезпечити допустимі гігієнічні нормативи теплового опромінення на робочих місцях використовують засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) — спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук. Залежно від призначення передбачаються наступні ЗІЗ:

- для постійної роботи в гарячих цехах – спецодяг (повстяний), а для ремонту гарячих печей та агрегатів – автономна система індивідуального охолодження в комплекті з повстяним спецодягом;

- під час аварійних робіт – тепловідбивний комплект спецодягу з металізованої тканини (протитеплові костюми);

- для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор та бризок розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями – взуття шкіряне спеціальне для працівників у гарячих цехах;

- для захисту рук від опіків – рукавиці суконні, брезентові, комбіновані (з надолонниками із шкіри);

- для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу – повстяний капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;

- для захисту очей та обличчя – щиток теплозахисний сталевара з прикладними захисними окулярами із світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні, козиркові з світлофільтрами.

Спецодяг повинен мати захисні властивості, які унеможливають нагрівання його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури 313 K (40 °C) відповідно до ДСТУ EN ISO 13688:2016 Одяг захисний. Загальні вимоги (EN ISO 13688:2013, IDT; ISO 13688:2013, IDT).

В умовах підвищеної температури, крім застосування ЗІЗ, також доцільно вживати на робочих місцях газовану підсолону (0,5 %) воду, що запобігає значним втратам води організмом людини, а також необхідних для неї солей та мікроелементів. Одночасно, рекомендують підвищувати споживання білкової їжі. Ці заходи поліпшують самопочуття та працездатність робітників в умовах дії підвищеної температури на робочих місцях.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) працівників від переохолодження застосовують під час роботи в умовах охолоджувального мікроклімату – поєднання параметрів мікроклімату, за якого відбувається зміна теплообміну організму, що призводить до появи загального або локального дефіциту тепла в організмі ($<0,87$ кДж/кг) в результаті зниження температури «ядра» та (або) «оболонки» тіла (температура «ядра» і «оболонки» тіла відповідно температура глибоких та поверхневих шарів тканин організму).

ЗІЗ працівників від переохолодження представляють собою або «звичайний» одяг з відповідною теплоізоляцією, або "спеціальний обігрівальний" одяг, наприклад від електричних джерел живлення.

2.3. Освітлення виробничих приміщень

Основні світлотехнічні терміни та поняття.

Одним із суттєвих чинників виробничого середовища є світло, завдяки якому забезпечується зоровий зв'язок працівника з його оточенням. Відомо, що біля 80 % всієї інформації про навколишнє середовище надходить до людини через очі – наш зоровий апарат. Правильно організоване освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної роботи, що сприяє підвищенню працездатності людини, продуктивності праці і якості продукції, а також зниженню виробничого травматизму тощо. Наприклад, збільшення освітленості від 100 до 1000 люкс у випадку напруженої зорової роботи підвищує продуктивності праці на 10 – 20 %, зменшення браку на 20 %, зниження кількості нещасних випадків на 30 %. Вважається, що 5 % травм спричиняється такою професійною хворобою, як робоча міопія (короткозорість).

Світлові випромінювання – це електромагнітні випромінювання лише певної частки оптичного діапазону, які сприймаються органами зору людини і мають діапазон довжин хвиль від 380 до 760 нм. Оптичне ж випромінювання, до складу якого входять також ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання, займає діапазон довжин хвиль від 10 до 340 000 нм.

Слід зазначити особливо важливу роль у життєдіяльності людини природного освітлення, до спектрального складу якого належить не лише світлове, а і ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання. Воно стимулює біохімічні процеси в організмі, поліпшує обмін речовин, загартовує організм, і саме завдяки існуванню ультрафіолетової частини спектру йому властива протибактерицидна дія.

У зв'язку з цим у випадку недостатнього природного освітлення в умовах виробництва санітарно-гігієнічні нормативи вимагають у системі штучного освітлення застосовувати джерела штучного світла з підвищеною складовою ультрафіолетового випромінювання – еритемні джерела світла.

Спроможність зорового сприйняття визначається енергетичними, просторовими, часовими та інформаційними характеристиками світлових сигналів, що надходять до людини. Видимість об'єкта залежить від властивості ока, а також освітлення (або власного світла об'єкта).

Акцентоване освітлення – виділення світлом окремих деталей на менш світлому фоні.

Під час здійснення будь-якої трудової діяльності втомлюваність очей залежить, в основному, від напруженості процесів, що супроводжують зорове сприйняття зорової напруженості, або напруженості зорової роботи. До таких процесів належать адаптація, акомодация та конвергенція.

Адаптація – здатність ока пристосовуватися до різної освітленості зручностям і розширенням зіниці ока в діапазоні 2 – 8 мм .

Акомодация – пристосування ока до чіткого бачення предметів, що знаходяться від нього на різній відстані за рахунок зміни кривизни кришталика.

Конвергенція – здатність ока під час розглядання близько розташованих предметів займати положення, за якого зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

До основних світлотехнічних величин, які використовуються під час нормування та розрахунках освітлення, належать: **світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість, фон, контраст та видимість, індекс кольоропередачі, коефіцієнт пульсації освітленості, циліндрична освітленість, показник дискомфорту, показник освітленості.**

Світловий потік (F) – це потік випромінювання, який оцінюється за його дією на людське око. Одиниця світлового потоку – люмен (лм).

Наприклад, лампа розжарювання потужністю 40 Вт створює світловий потік 415 – 460 лм, а люмінесцентна лампа ЛД 40 такої же потужності – 2 340 лм.

Сила світла (I) – просторова густина світлового потоку, яка визначається відношенням світлового потоку F (лм) до тілесного кута ω , у якому цей потік поширюється. Одиниця сили світла – кандела (кд).

$$I = F / \omega.$$

Тілесний кут (ω) – частина простору сфери, обмежена конусом, що спирається на поверхню сфери з вершиною у її центрі. Одиниця тілесного кута – стерadian (ср). Кут в 1 ср вирізає на поверхні сфери площину, що дорівнює квадрату радіуса сфери.

Кандела – це сила світла еталонного джерела площиною 0,5305 мм² в перпендикулярному напрямку при температурі затвердіння платини 2046,65 К та тиску $P = 101325$ Па.

Освітленість (E) – поверхнева густина світлового потоку. За рівномірного розподілу світлового потоку F, перпендикулярного освітлюваній поверхні S.

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

Наприклад, освітленість поверхні у повний місяць дорівнює 0,2-0,3 лк, під час білої ночі 2-3 лк, опівдні (літо) – 68 000-99 000 лк.

Яскравість поверхні (B) – поверхнева густина сили світла, визначається як відношення сили світла I у певному напрямі до проекції поверхні, що світиться, на площину, перпендикулярну до напрямку спостереження.

$$B = \frac{I}{S_{\cos\alpha}},$$

де α – кут між нормаллю до поверхні та напрямком зору.

Одиницю яскравості – кандела на квадратний метр (кд/м² або ніт). Наприклад, яскравість люмінесцентних ламп – $5 \cdot 10^3$ - 10^5 кд/м², лампи розжарювання – $5,5 \cdot 10^6$ кд/м². Око людини спроможне функціонувати у діапазоні яскравостей 10^{-6} – 10^4 кд/м².

Засліплююча яскравість залежить від розміру поверхні, яка світиться, яскравості сигналу та рівня адаптації зору і має діапазон $6,4 \cdot 10 - 15,9 \cdot 10^4$ кд/м². Для ефективного бачення об'єкта фонові яскравість повинна знаходитися у діапазоні 10 – 500 кд/м². **Коефіцієнти відбиття ρ , поглинання β та пропускання τ** для будь-яких поверхонь вимірюють у процентах або частках одиниці ($\rho + \beta + \tau = 1$):

$$\rho = \frac{F_{\rho}}{F}; \beta = \frac{F_{\beta}}{F}; \tau = \frac{F_{\tau}}{F};$$

де: F_{ρ} , F_{β} , F_{τ} , – відповідно відбитий, поглинений та той, що пройшов через поверхню, світлові потоки;

F – світловий потік, що падає на поверхню.

Наприклад, коефіцієнт відбиття білої поверхні дорівнює 0,8 – 0,75, світло синьої – 0,55, коричневої – 0,23, чорної – 0,1 – 0,07.

Фон – поверхня, що безпосередньо прилягає до об'єкта розрізнення. Він оцінюється коефіцієнтом відбиття. Фон вважають світлим, якщо $\rho > 0,4$; середнім, якщо $\rho = 0,4$ та темним, якщо $\rho \leq 0,2$.

Контраст (К) об'єкта розрізнення та фону визначають різницею між їхніми яскравостями:

$$K = \frac{B_o - B_{\phi}}{B_{\phi}},$$

де B_o та B_{ϕ} – відповідно яскравості об'єкта розрізнення та фону. Контраст вважають великим, якщо $K > 0,5$; середнім, якщо $0,2 < K < 0,5$; малим, якщо $K < 0,2$.

Видимість (V) характеризує здатність ока сприймати об'єкт розрізнення. Видимість залежить від освітлення, розміру об'єкта розрізнення, його яскравості, контрасту між об'єктом розрізнення та фоном, тривалості експозиції:

$$V = \frac{K}{K_{\text{пор}}},$$

де K – контраст між об'єктом розрізнення та фоном;

$K_{\text{пор}}$ – пороговий контраст, тобто найменший контраст, що розрізняється оком за певних умов.

Для нормального зорового сприйняття V повинна дорівнювати 10 – 15.

Час зберігання зорового відчуття – 0,2 – 0,3 с. Сприйняття мерехтливого світла має специфічні особливості. Серія світлових імпульсів сприймається як безупинний сигнал, якщо інтервали між імпульсами знаходяться на рівні з часом інерції зору. Критична частота мерехтіння дорівнює 15 – 70 Гц. Таким чином, для забезпечення стабільного зображення частота регенерації сигналу повинна бути

не нижчою 70 Гц. Наприклад, у сучасних моніторах частота регенерації зображення складає 85 Гц та вище.

Коефіцієнт пульсації освітленості (K_n) – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості внаслідок зміни у часі світлового потоку газорозрядних ламп у разі живлення їх змінним струмом, який визначається як

$$K_n = \frac{E_{max} + E_{min}}{2 \cdot E_{сер}} \cdot 100\%,$$

де: E_{max} , E_{min} – відповідно максимальне та мінімальне значення освітленості за період її коливання, лк;

$E_{сер}$ – середнє значення освітленості за той самий період, лк.

Напівциліндрична освітленість – характеристика насиченості світлом простору і тінестворювального ефекту освітлення для спостерігача, який рухається по дорозі між будівлями паралельно її осі. Визначається як середня щільність світлового потоку на поверхні вертикально розташованого на поздовжній лінії дороги на висоті 1,5 м напівциліндра, радіус і висота якого наближається до нуля. Розрахунок напівциліндричної освітленості виконується інженерним методом.

Показник дискомфорту (M) – критерій оцінки дискомфортової блискоті, яка викликає неприємні відчуття за умови нерівномірного розподілу яскравості в полі зору і розраховується як:

$$M = \frac{B_c \omega^{0,5}}{\phi_0 \omega_{ад}^{0,5}},$$

де: B_c – яскравість блискового джерела, кд/м²;

ω – кутовий розмір блискового джерела, стерadian;

ϕ_0 – індекс позиції блискового джерела відносно лінії зору;

$B_{ад}$ – яскравість адаптації, кд/м².

Показник осліпленості (P) – критерій оцінки сліпучої дії освітлювальної установки, що визначається виразом:

$$P = (S - 1) \cdot 1000,$$

де: S – коефіцієнт осліпленості, що дорівнює відношенню порогових різниць яскравості за наявності та відсутності сліпучих джерел світла в полі зору.

Стробоскопічний ефект – явище перекручення зорового сприйняття об'єктів, що обертаються, рухаються або змінюються в мигаючому світлі. Це явище виникає за умови збігу кратності частотних характеристик руху об'єктів і зміни світлового потоку в часі в освітлювальних установках. Часто стробоскопічний ефект спостерігається, коли рухомі об'єкти освітлюються газорозрядними джерелами світла, що живляться змінним струмом.

Системи виробничого освітлення та основні вимоги до нього

Залежно від джерел світла, які використовують у виробничих приміщеннях, освітлення може бути **природним, штучним та суміщеним**.

Природне освітлення створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу.

Штучне освітлення створюється електричними джерелами світла.

Суміщене освітлення – це освітлення, за якого недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяють на:

- **робоче** – створює необхідні умови для нормальної трудової діяльності людини;

- **чергове** – має знижений рівень освітлення, оскільки його використовують лише у неробочий час, і для його реалізації допускається використовувати частину світильників інших видів освітлення;

- **аварійне** – вмикається тільки в разі вимикання робочого освітлення, при цьому світильники аварійного освітлення повинні живитися лише від автономних електричних джерел та забезпечувати освітленість на робочих поверхнях у виробничих приміщеннях не менше 5% величини робочого освітлення, але не менше ніж 2 лк для внутрішніх приміщень та не менше ніж 1 лк на території підприємства;

- **евакуаційне** – вмикається у разі евакуації людей з приміщення під час виникнення небезпеки і встановлюється у виробничих приміщеннях з кількістю працівників більше 50, а також у приміщеннях громадських та допоміжних будівель промислових підприємств, якщо в них одночасно можуть знаходитися більше 100 чоловік, при цьому освітленість у приміщеннях під час евакуації має бути не менше 0,5 лк, а поза приміщеннями – не менше 0,2 лк;

- **охоронне** – використовується вздовж територій, що охороняються, і має забезпечувати освітленість не менше 0,5 лк.

Зі свого боку, природне освітлення конструктивно виконують за системою бокового, верхнього чи комбінованого освітлення:

- **бокове (одно - або двобічне)** – здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах;

- **верхнє освітлення** – здійснюється через отвори (ліхтарі) у даху та перекриттях;

- **комбіноване** – поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне робоче освітлення також, і собі, поділяється на:

- **загальне** – воно передбачає розміщення світильників у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) для здійснення **загального рівномірного** або **загального локалізованого** освітлення (з урахуванням розташування обладнання та робочих місць);

- **місцеве** – створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосереднього на робочих місцях;

- **комбіноване** – складається із загального та місцевого і його доцільно застосувати у випадку робіт високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла.

Використання лише одного місцевого освітлення на робочих місцях у виробничих приміщеннях заборонено.

Для створення сприятливих умов для зорової роботи на робочих місцях освітлення виробничих приміщень повинне відповідати наступним загальним вимогам:

- освітленість робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для певного виду роботи;
- мають бути забезпечені рівномірність та часова стабільність освітленості робочих місць, відсутність різких контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору, відсутність на робочій поверхні різких тіней (особливо рухомих);
- у полі зору предмети не повинні створювати засліплювального блиску;
- штучне світло, що використовують на підприємствах, за своїм спектральним складом має наближатися до природного;
- системи освітлення, які використовують у виробничих приміщеннях, не повинні створювати небезпечних та шкідливих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпеку ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність) та бути надійними, простими в експлуатації та економічними.

Нормування рівнів виробничого освітлення здійснюється відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.

Ці норми поширюються на проектування виробничих територій, приміщень нових та існуючих, що підлягають реконструкції, будівель і споруд різного призначення, місць виконання робіт на відкритих просторах, територій промислових та сільськогосподарських підприємств, залізничних колій площ підприємств, а також на проектування пристроїв місцевого освітлення, які постачають комплектно зі станками, машинами і виробничими меблями.

Нормування штучного освітлення

Штучне освітлення використовують у всіх виробничих та допоміжних приміщеннях будівель, а також на відкритих робочих ділянках, місцях проходів людей та руху транспорту.

За умови штучного освітлення нормативною величиною є абсолютне значення освітленості (E) на робочих поверхнях.

Згідно з ДБН В.2.5-28-2018 в основу нормування освітлення виробничих приміщень промислових підприємств покладена залежність необхідного рівня освітлення від характеристики, розряду та підрозряду зорової роботи, що визначаються найменшим або еквівалентним розміром об'єкта розрізнення, контрастом між об'єктом розрізнення і фоном, та характеристикою фону, а також залежність від системи освітлення у робочому приміщенні (природне, суміщене, бокове, верхнє, загальне, комбіноване). Для виробничих приміщень згідно з ДБН В.2.5-28-2018 визначено всього вісім розрядів зорової роботи (I-VIII – див. додаток 20).

Найвищу точність забезпечує I розряд зорової роботи (розмір об'єкта розрізнення менше 0,15 мм.). Найнижчу, грубу або дуже малу точність, мають VI

– VII розряди (розмір об'єкта розрізнення більше 5 мм.). VIII розряд зорової роботи – це лише загальне спостереження за ходом виробничого процесу. В свою чергу, розряди I – V та VIII мають по чотири підрозряди (а, б, в, г), перші – в залежності від контрасту між об'єктом розрізнення і фоном, а також від характеристики фону (коефіцієнта відбиття робочої поверхні), а останній – залежно від того, як здійснюється загальне спостереження за перебігом виробничого процесу (постійно, періодично тощо). Найбільша нормована освітленість для штучного освітлення становить 5 000 лк, а найменша – відповідно 20 лк.

Нормовані значення освітленості як для виробничих приміщень, так і для приміщень громадських, адміністративно-побутових та житлових будівель і споруд залежать від систем освітлення, які використовують в цих приміщеннях.

Нормування природного та суміщеного освітлення

Оскільки природне освітлення не є постійним у часі, то його кількісна оцінка здійснюється за відносним показником – *коефіцієнтом природної освітленості (КПО)*:

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

де $E_{\text{вн}}$ (лк) – природна освітленість в певній точці площини всередині приміщення, яка створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу (безпосереднього або після відбиття);

$E_{\text{зовн}}$ (лк) – зовнішня горизонтальна освітленість, що існує в той же самий час за умови повністю відкритого небосхилу.

За системи бокового природного освітлення (через віконні прорізи у стінах) нормується мінімальне значення КПО. В разі використання бокової однобічної системи освітлення у виробничих приміщеннях глибиною до 6м – це КПО у точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленої від світлових прорізів.

У великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше 6 м за бокового освітлення нормується мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, що віддалена від світлових прорізів:

- на 1,5 м більше висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I – IV розрядів;

- на 2 м більше висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V – VII розрядів;

- на 3 м більше висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

У разі використання бокової двобічної системи освітлення – це КПО у точці, яка розташована на перетині вертикальної площини характерного розрізу

приміщення та умовної робочої поверхні, і знаходиться по центру між протилежними світловими прорізами.

За системи верхнього природного освітлення (через ліхтарі, світлові прорізи у даху будівлі), або комбінованої системи верхнього та бокового природного освітлення нормується середній КПО, який обчислюють за результатами вимірювань у n точках (не менш 5), які розташовані на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги). Перша та остання точка повинні бути розташовані на відстані 1 м від поверхні стін. Середнє значення КПО обчислюють за формулою:

$$КПО_1 = \frac{\frac{КПО_1}{2} + КПО_2 + КПО_3 + \dots + КПО_{n-1} + \frac{КПО_n}{2}}{n - 1},$$

де $КПО_n$ – коефіцієнт природного освітлення у n -й контрольній точці,
 n – кількість контрольних точок у площині характерного перерізу приміщення.

На рівень природного освітлення виробничих приміщень впливають, насамперед, світловий клімат, який залежить від географічного розташування певного місця, площа та орієнтація світлових отворів, конструкція вікон, чистота скла, геометричні параметри приміщень та відбивані властивості його внутрішніх поверхонь, а також зовнішнє та внутрішнє затінення світла різними об'єктами.

Нормоване значення КПО (e_N) для будинків, розташованих у різних районах світлового клімату, слід визначати за формулою:

$$e_N = e_n \cdot m_n,$$

де e_n – нормоване значення КПО за ДБН В.2.5-28-2018;

m_n – коефіцієнт світлового клімату;

N – номер групи забезпеченості природним світлом (окремо для автономної республіки Крим і Одеської області та для решти території України, і залежно від виду світлових прорізів та їхньої орієнтації за сторонами горизонту).

Найбільше нормоване значення коефіцієнта природної освітленості для природного освітлення становить 4% (розряд IV), а найменше – 0,1% (розряд VIII г).

У виробничих приміщеннях із зоровою роботою I – III розрядів слід використовувати суміщене освітлення. Для суміщеного освітлення найбільше значення коефіцієнта природного освітлення становить 6% (розряд I г), а найменше – 0,1 (розряд VIII г).

Також суміщене освітлення слід використовувати у наступних випадках: – для виробничих та інших приміщень у разі, коли за умов технології, організації виробництва або клімату на місці необхідні об'ємно-планувальні рішення, які не дозволяють забезпечити нормоване значення КПО (багатоповерхові будинки великої ширини тощо), а також у випадках, коли техніко-економічна доцільність суміщеного освітлення порівняно з природним підтверджена відповідними розрахунками; відповідно до нормативних документів з будівельного

проектування будівель та споруд окремих галузей промисловості, затверджених в установленому порядку.

Вибір джерел світла для систем освітлення виробничих приміщень та експлуатація освітлювальних установок

Вибір джерел світла для систем освітлення виробничих приміщень має важливе місце в системі заходів щодо забезпечення комфортних та безпечних умов праці.

Штучні джерела світла. Як джерела світла за умови штучного освітлення в основному використовують лампи розжарювання та газорозрядні лампи.

Хоча останнім часом все більше використовують світлодіодні джерела світла, однак вони поки що мало розповсюджені. Основними характеристиками джерел світла є номінальна напруга, потужність споживання, світловий потік, питома світлова віддача та строк служби.

У **лампах розжарювання** видиме світло випромінює нагріта до високої температури нитка з тугоплавкого матеріалу, що робить їх простими у виготовленні та надійними в експлуатації. До їхніх недоліків належать мала світлова віддача (10 – 15 лм/Вт), невеликий строк служби (близько 1000 год), висока температура поверхні колби та не дуже сприятливий для людського ока спектральний склад світла, в якому переважають жовтий та червоний кольори за нестачі синього та фіолетового порівняно з природним світлом, що безумовно ускладнює процес розпізнавання кольорів.

У **газорозрядних лампах** балон наповнюється парами ртуті та інертним газом, а на внутрішню поверхню балона додатково може бути нанесений люмінофор. Залежно від технології виготовлення, газорозрядні лампи бувають низького (люмінесцентні) та високого тиску. Люмінесцентні лампи мають великий строк служби (більше 10 000 год), більшу світлову віддачу (50 – 80 лм/Вт), меншу ніж у ламп розжарювання яскравість робочої поверхні, що світиться, та кращий спектральний склад світла, який максимально наближений до денного. До недоліків люмінесцентних ламп належать підвищена пульсація світлового потоку, нестійка робота за низьких температур та зниженої напруги в електромережі та більш складна схема підключення до електромережі. Підвищена пульсація світлового потоку газорозрядних ламп негативно впливає на стан зору людини, а також може викликати так званий стробоскопічний ефект, який полягає у тому, що частини обладнання, які обертаються, здаються нерухомими або такими, що обертаються у протилежному напрямі, а це, зі свого боку, може призвести до підвищення рівня травматизму на робочих місцях. Для зменшення негативної дії цих явищ на працівників, необхідно або вмикати сусідні газорозрядні лампи у різні фази електромережі, що значно зменшить коефіцієнт пульсації їхнього сумарного світлового потоку, або, враховуючи інерційну характеристику формування зорового образу у людини, підвищувати частоту струму живлення газорозрядних ламп до 1 кГц та вище.

Розрізняють кілька типів люмінесцентних ламп залежно від спектрального складу світла:

ЛД – лампи денного світла,
ЛБ – білого світла,
ЛДЦ – денного світла з правильною кольоровою передачею,
ЛТБ – тепло-білого світла,
ЛХБ – холодно-білого світла.

Лампи високого тиску, це дугові ртутні (ДРЛ) та натрієві лампи (ДНаТ) мають строк служби більш 10 000 год та світловіддачу відповідно 50 та 130 лм/Вт.

У **галогенних лампах** колби наповнені парами галогену (йоду або броду). За принципом дії вони поділяються на лампи розжарювання, газорозрядні і металогалогенні. Галогенні лампи мають строк служби (2 000 – 5 000 год) і світловіддачу (20 – 75 лм/Вт).

Джерелом світла (лампи) разом з освітлюваною арматурою є світильник. Він забезпечує кріплення лампи, подавання до неї електричної енергії, запобігання забрудненню, механічному пошкодженню, а також забезпечує необхідний ступінь щодо електробезпеки та вибухової і пожежної безпеки.

Здатність світильника захищати очі працівників від надмірної яскравості джерела світла характеризується захисним кутом (це кут між горизонталлю та лінією, яка з'єднує нижню точку джерела світла та нижній край відбивальної непрозорої поверхні світильника).

В процесі проектування освітлювальних установок необхідно, дотримуючись норм та правил освітлення виробничих приміщень, визначити потребу в освітлювальних пристроях, установчих матеріалах та конструкціях, а також необхідні об'єми споживання електричної енергії. Проєкт, як правило, складається з чотирьох частин: світлотехнічної, електричної, конструктивної та кошторисно-фінансової.

Світлотехнічна частина передбачає виконання наступних робіт:

- **знайомство з об'єктом проектування**, яке полягає в оцінюванні характеру й точності зорової роботи на кожному робочому місці; при цьому обов'язково треба встановити роль зору у виробничому процесі, мінімальні розміри об'єктів розрізнювання та відстань від них до очей працівника; визначити коефіцієнти відбиття робочих поверхонь та об'єктів розрізнення, розташування робочих поверхонь у просторі, бажану спрямованість світла, наявність об'єктів розрізнювання, що рухаються, можливість збільшення контрасту об'єкта з фоном, можливість виникнення травматично небезпечних ситуацій, стробоскопічного ефекту; виявити конструкції та об'єкти, на яких можна розмістити освітлювальні прилади, а також конструкції та об'єкти, які можуть утворювати тіні тощо;

- **вибір системи освітлення**, який визначається вимогами до якості освітлення та економічності установок освітлення;

- **вибір джерела світла**, що визначається вимогами до спектрального складу випромінювання, питомою світловою віддачею, одиничною потужністю ламп, а також пульсацією світлового потоку;

- **визначення норм освітленості** та інших нормативних параметрів освітлення для певного виду робіт відповідно до точності робіт, системи освітлення та вибраного джерела світла;

- **вибір приладу освітлення**, що регламентується його конструктивним виконанням за умовами середовища, кривою світлорозподілу, коефіцієнтом корисної дії та величиною відблиску;

- **вибір висоти підвісу світильників** здійснюється, як правило, сумісно з вибором варіанту їхнього розташування і визначається в основному найвигіднішим відношенням відстані між світильниками до розрахункової висоти підвісу ($L:h$), а також умовами засліплення (залежно від кривої світлорозподілу, яка залежить від типу світильника, відношення $L:h$ обрано від 0,9 до 2,0).

Після визначення основних параметрів освітлювальної установки (нормованої освітленості, системи освітлення, типу освітлювальних приладів та схеми їхнього розташування) приступають до світлотехнічних розрахунків.

В приладах з газорозрядними лампами необхідно слідкувати за належним станом схем вмикання та пускорегулювальних апаратів, про несправність яких свідчить значний шум дроселів та блимання і мигтіння світла. Чинними нормами передбачено відповідні терміни чищення світильників та віконного скла залежно від рівня пилу та газів у повітряному середовищі. Так, для віконного скла – від двох до чотирьох разів на рік; для світильників – від чотирьох до дванадцяти раз на рік. Також потрібно виконувати своєчасну заміну несправних ламп та ламп, що відпрацювали свій робочий строк. Після заміни ламп та чищення світильників необхідно перевіряти рівень освітленості в контрольних точках приміщення не рідше одного разу на рік. Фактичні рівні освітленості на робочих місцях повинні бути більше або дорівнювати нормативним рівням освітленості з урахуванням коефіцієнту запасу відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2018.

Для вимірювання рівнів освітленості на робочих поверхнях використовують люксметри (наприклад, Ю-116). Шкали цих приладів градуюються в одиницях освітленості – лк, що дає змогу безпосередньо за показаннями приладу оцінити величину освітленості на заданій поверхні.

Методи розрахунку систем освітлення

В процесі розрахунку системи освітлення у виробничих приміщеннях враховують, як вимоги нормативних документів, так і конструктивні особливості приміщень: площа та розміщення світлових отворів, конструкція вікон, чистота скла, геометричні параметри приміщень та відбивальні властивості його внутрішніх поверхонь, а також зовнішнє та внутрішнє затінення світла різними об'єктами.

Попередній розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових отворів, що мають забезпечити в приміщенні нормативні значення КПО_н. За умови бокового освітлення розрахунок виконують за формулою:

$$100 \frac{S_B}{S_{\Pi}} = \frac{КПО_n \cdot k_z \cdot h_B \cdot k_{буд}}{t_{заг} \cdot r},$$

де S_B, S_{Π} – площі вікон та підлоги у приміщенні;
 $K_{\Pi O_H}$ – нормативний коефіцієнт природного освітлення;
 k_3 – коефіцієнт запасу, враховує зниження світлопропускання вікон і повітряного середовища у приміщенні, $k_3 = 1,2 - 1,5$;
 h_B – світлова характеристика вікон, залежить від відношення розмірів приміщення (довжини до глибини та глибини до висоти, від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна), $h_B = 6,5 - 66,0$;
 $k_{БУД}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які розташовані навпроти (залежить від відношення відстані між будівлями до висоти карнизу протилежного будинку над підвіконником), $k_{БУД} = 1,0 - 1,7$;
 $t_{ЗАГ}$ – загальний коефіцієнт світлопропускання,

$$t_{ЗАГ} = t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 \cdot t_4 \cdot t_5 ,$$

де
 t_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, $t_1 = 0,5 - 0,9$;
 t_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі, $t_2 = 0 - 0,8$;
 t_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (за бокового освітлення $t_3 = 1,0$);
 t_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях, $t_4 = 0,6 - 1$;
 t_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями, $t_5 = 0,9$ r – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО за бокового освітлення завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення та прилеглих будівель, $r = 1,0 - 10$.

Розрахунки систем штучного освітлення базуються на двох основних методах розрахунків: за світловим потоком та точковим.

Найбільш розповсюджений в проєктній практиці розрахунок за методом коефіцієнта використання потоку світла. Цей метод використовується для розрахунку загального рівномірного освітлення і дає змогу визначити світовий потік джерел світла, необхідний для створення нормованого освітлення розрахункової горизонтальної площини. Цей метод дозволяє враховувати прямий та відбитий (від стелі, стін та підлоги) потік світла.

Потік світла F , який повинні випромінювати лампи в кожному світильнику, визначають за формулою:

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta \cdot \gamma},$$

де E – нормована мінімальна освітленість, лк;
 k – коефіцієнт запасу (визначають за ДБН В.2.5-28:2018 в межах від 1,2 до 2,0 залежно від вмісту пилу в повітрі, типу джерела світла і регламентованих строків очищення світильників – 2 – 18 раз на рік);
 S – площа, що освітлюється, м²;

$Z = \frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{мін}}}$ – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення ($E_{\text{ср}}$, $E_{\text{мін}}$ – середня та мінімальна освітленість), вважають таким, що дорівнює 1,0 у разі розрахунку на середню освітленість; 1,15 – для ламп розжарювання та ДРЛ; 1,1 – для рядків світильників з люмінесцентними лампами;

N – кількість світильників, передбачена ще до розрахунку відповідно до найвигіднішого співвідношення $L:h$;

η – коефіцієнт використання випромінюваного світильниками потоку світла на розрахунковій площині (визначають за довідковими таблицями залежно від типу світильника, коефіцієнтів відбиття підлоги, стін, стелі та індексу приміщення i , який розраховується за формулою:

$$i = \frac{AB}{h(A + B)},$$

де A і B – розміри приміщення згідно з планом, м;

h – розрахункова висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м;

γ – коефіцієнт затінення (може вводиться для приміщень з фіксованим розташуванням працівників і вважається таким, що дорівнює 0,8).

Обчислений розрахунковий потік світла лампи (або світильника з кількома лампами) порівнюють із стандартним (за ДСТУ 7271:2012 Джерела світла штучні. Метод визначення густини потоку енергії ультрафіолетового випромінювання) і обирають найближче значення. У практиці світло-технічних розрахунків допускається відхилення потоку світла вибраної лампи від розрахункового у межах від – 10 до + 20%.

*Різновидом методу коефіцієнта використання потоку світла є метод **питомої потужності**. Питома потужність – це потужність установки освітлення приміщення відносно до площі його підлоги. Цей метод застосовують тільки для приблизних розрахунків. Він дає змогу визначити потужність кожної лампи P (Вт) для створення нормованого освітлення:*

$$P = \frac{\omega \cdot S}{N},$$

де ω – питома потужність лампи, Вт/м²;

S – площа приміщення, м²;

N – кількість ламп системи освітлення, шт.

Значення питомої потужності знаходять за спеціальними таблицями залежно від нормованої освітленості, площини приміщення, висоти підвісу та типів світильників, а також коефіцієнта запасу.

Точковий метод дає найбільш правильні результати і використовується для розрахунку локального та місцевого освітлення, а також освітлення негоризонтальних площин та великих територій. Цей метод дає змогу визначити освітленість у будь-якій точці приміщення незалежно від числа освітлювальних

приладів. До недоліків методу належать важкість урахування відбитих складових потоку світла.

Розрахункове рівняння точкового методу має вигляд:

$$E_A = \frac{I_A \cdot \cos \alpha}{r^2},$$

де E_A – освітленість горизонтальної площини у певній точці А, лк;

I_A – сила світла в напрямку точки А, кд (значення сили світла знаходять за кривими світлорозподілу **певного (цього)** освітлювального приладу);

α – кут між нормаллю до робочої площини і напрямком вектора сили світла в точку А;

r – відстань від світильника до розрахункової точки А, м.

Для зручності розрахунків рівняння може бути перетворено. Приймаючи $r = \frac{h}{\cos \alpha}$, де h – розрахункова висота підвісу світильника, (м) та вводячи коефіцієнт запасу k , маємо:

$$E_A = \frac{I_A \cdot \cos^3 \alpha}{kh^2}.$$

У тому випадку, коли розрахункова точка А розташована на будь-якій негоризонтальній площині, її освітленість (E_A) можна знайти з рівняння $E_H = E_A \psi$, де ψ – це перехідний коефіцієнт, що визначається за спеціальними номограмами.

Під час розрахунків освітлення, що утворюється кількома світильниками, підраховують освітленість в певній точці від кожного з цих приладів та сумують ці результати. **Різновидом точкового методу розрахунку є метод ізолюкс** (ізолюкса – це крива, що є геометричним місцем точок у певній площині з однаковими рівнями освітленості). У цьому випадку точковим методом розраховують освітленість у горизонтальній площині від одного світильника чи компактної їхньої групи. Отримують сімейство ізолюкс, виконаних в масштабі, у якому накреслений план тієї чи іншої території, що потрібно освітлювати.

Накладають їх на план певної території таким чином, щоб вони заповнили всю територію. Цей прийом дає змогу графічно розрахувати не тільки освітлення, а й координати місць встановлення опор світильників.

2.4. Віброакустичні коливання у виробничому середовищі

Основні характеристики шуму, ультра- та інфразвуку

Шум – це хаотичне сполучення звуків різної частоти та інтенсивності, які знаходяться в межах чутливості органів слуху людини щодо частотного діапазону. Що стосується ультра- та інфразвуку, які теж вважаються звуковими коливаннями, то вони, на відміну від шуму, виходять за межі чутливості органів слуху людини за своїм частотним діапазоном.

З фізичної точки зору будь який звук (шум, ультра- чи інфразвук) – це хвильові коливання пружного середовища, що поширюються з певною швидкістю в газоподібній, рідкій або твердій фазах. Звукові хвилі виникають під час порушення стаціонарного стану середовища внаслідок впливу на них сили збудження та, поширюючись у ньому, утворюють звукове поле. Джерелами цих порушень можуть бути, наприклад, механічні коливання конструкцій або їхніх частин, нестационарні явища в газоподібних або рідких середовищах тощо.

Основними характеристиками таких коливань служить амплітуда звукового тиску (p , Па) та частота (f , Гц). **Звуковий тиск** – це різниця між миттєвим значенням повного тиску у середовищі за присутності звуку та середнім тиском в цьому середовищі за відсутності звуку. Поширення звукового поля супроводжується переносом енергії, яка може бути визначена **інтенсивністю звуку** J (Вт/м²), тобто відношенням енергії звукової хвилі, що переноситься через поверхню, перпендикулярну напрямку розповсюдження хвилі, до площі цієї поверхні. У вільному звуковому полі інтенсивність звуку та звуковий тиск зв'язані між собою співвідношенням:

$$J = p \cdot V = \frac{p^2}{\rho \cdot C},$$

де J – інтенсивність звуку, Вт/м²;

p – звуковий тиск, Па;

V – коливальна швидкість, м/с (це швидкість, з якою коливаються частки середовища (газу, рідини чи твердої речовини) відносно свого положення рівноваги, знаходять її із співвідношення $V=p/(\rho \cdot C)$);

ρ – густина середовища, кг/м³;

C – швидкість звукової хвилі в певному середовищі, м/с.

За частотою звукові коливання поділяють на три діапазони: **інфразвукові з частотою коливань менше 20 Гц, звукові (ті, що ми чуємо) – від 20 Гц до 20 кГц та ультразвукові – більше 20 кГц**. Швидкість поширення звукової хвилі C (м/с) залежить від властивостей середовища і насамперед від його густини. Так, в повітрі за нормальних атмосферних умов $C \sim 344$ м/с; швидкість звукової хвилі у воді ~ 1500 м/с, у металах $\sim 3\,000$ - $6\,000$ м/с.

Людина сприймає звуки, які чує (далі – просто звук), в широкому діапазоні звукового тиску та інтенсивності (від нижнього порогу чутності до верхнього – больового порогу), при цьому звуки різних частот сприймаються неоднаково (рис.

2.11). Найбільша чутність звуку людиною знаходиться у діапазоні 800 – 4 000 Гц. Найменша – в діапазоні 20 – 100 Гц.

Як видно із залежності, що наведена на рис. 2.1, динамічний діапазон звукового тиску, в якому людина відчуває звук без шкоди своєму здоров'ю, може сягати 10^7 (це відношення звукового тиску верхнього больового порогу до звукового тиску нижнього порогу чутності на частоті 1000 Гц), при цьому еквівалентний йому динамічний діапазон інтенсивності дорівнює 10^{14} .

Враховуючи цей факт, а також те, що слухове сприйняття людиною пропорційне логарифму кількості звукової енергії, для характеристики звуку використовують логарифмічні значення рівня звукової інтенсивності (L_i) та рівня звукового тиску (L_p), які вимірюються у децибелах (дБ) і за абсолютним значенням дорівнюють один одному ($L_i = L_p$).

Таким чином, рівень інтенсивності та рівень тиску звуку визначають за наступними формулами:

$$L_i = \frac{10 \cdot \lg J}{J_0}, \text{ дБ};$$

$$L_p = \frac{20 \cdot \lg P}{P_0}, \text{ дБ};$$

де J_0 – значення інтенсивності звука на нижньому порозі його чутності людиною на частоті 1000 Гц, $J_0 = 10^{-12}$ Вт/м²;

P_0 – значення звукового тиску на нижньому порозі його чутності людиною на частоті 1000 Гц, $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

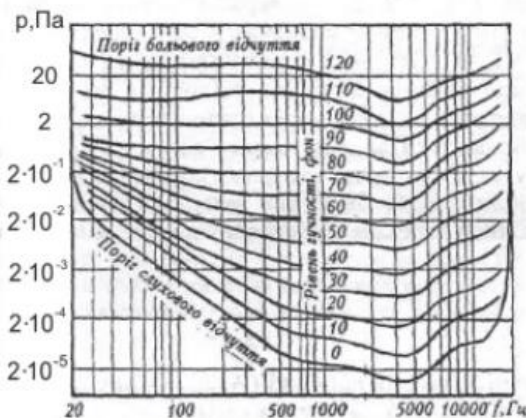


Рис.2.11. Залежність рівня звукового тиску, що однаково сприймається людиною, від частоти звуку (криві рівної гучності)

На верхньому порозі больового відчуття на частоті 1000 Гц значення інтенсивності дорівнює $J_{\Pi} = 10^2$ Вт/м², а звукового тиску $P_{\Pi} = 2 \cdot 10^2$ Па.

Оскільки сприйняття звуку людиною залежить від його частоти, то з метою приближення результатів об'єктивних вимірів до суб'єктивного сприйняття людиною вводять поняття коректованого рівня звукового тиску (рівня інтенсивності звуку).

Корекцію здійснюють за допомогою поправок, які додають до існуючого рівня звукового тиску (рівня інтенсивності звуку) у відповідних октавних смугах частот. Ширина таких частотних смуг відповідає співвідношенню:

$$f_B / f_H = 2,$$

де f_B – верхня частота смуги,
 f_H – нижня частота тієї ж смуги. Центральну частоту смуги визначають за її середньо геометричним значенням

$$f_{\text{срг}} = \sqrt{f_B \cdot f_H}.$$

Стандартні значення корекції в цих частотних смугах наведені у таблиці 2.1. Значення загального рівня шуму з урахуванням вказаної корекції за частотними смугами називають рівнем звука (дБА).

Таблиця 2.1

Стандартні значення корекції (А) рівнів звукового тиску
 октавних частотних смугах

Середньо геометричні значення частоти в октавних смугах, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Корекція, дБ	-42	-26,3	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1,0	-1,1

На практиці спектральну характеристику шуму звичайно визначають як сукупність рівнів звукового тиску (інтенсивності звуку) у вищезгаданих октавних смугах частот із середньо геометричними значеннями частот від 31,5 Гц до 8 000 Гц.

За характером спектра розрізняють шуми: *широкосмугові* – з безперервним спектром шуму шириною більше октави; *дискретні (тональні)* – коли в спектрі шуму є яскраво вираженні дискретні тони.

За часовими характеристиками шуми поділяють на *постійні та непостійні*.

До постійних шумів належать шуми, у яких рівень звуку протягом робочого дня змінюється не більше ніж на 5 дБА.

До непостійних шумів належать шуми, у яких рівень звуку протягом робочого дня змінюється більше ніж на 5 дБА.

Непостійні шуми, своєю чергою ділять на шуми з коливаннями в часі, переривчасті та імпульсні. Шуми з коливаннями в часі – це шуми, рівень звуку яких безперервно змінюється у часі. За переривчастого шуму рівень звуку може різко змінюватися (на 5 дБА та більше), а довжина інтервалів, коли рівень залишається постійним, досягає 1 с та більше. Імпульсивні шуми – шуми, в яких один або кілька звукових сигналів тривають менше 1 с.

Джерело шуму характеризують звуковою потужністю W (Вт), під якою розуміють кількість енергії, яка випромінюється цим джерелом у вигляді звуку за одиницю часу.

Рівень звукової потужності (дБ) джерела визначають за формулою:

$$L_W = \frac{10 \lg W}{W_0},$$

де W_0 – порогове значення звукової потужності, яке дорівнює 10^{-12} Вт.

У випадку, коли джерело випромінює звукову енергію в усі сторони рівномірно, середня інтенсивність звуку в будь-якій точці простору буде дорівнювати:

$$J_{\text{ср}} = \frac{W}{4 \cdot \pi \cdot r^2},$$

де r - відстань від центра джерела звуку до поверхні сфери, що віддалена на таку достатньо велику відстань, щоб джерело можна було вважати точковим.

Якщо випромінювання відбувається не у сферу, а в обмежений простір, то вводиться таке поняття, як кут випромінювання Ω , який вимірюється в стерadianах. У цьому випадку:

$$J_{\text{ср}} = \frac{W}{\Omega \cdot r^2},$$

Якщо джерело шуму – це пристрій, який розташований на поверхні землі, то $\Omega = 2\pi$, у двогранному куті $\Omega = \pi$, у тригранному $\Omega = \pi/2$.

Фактором направленості джерела звуку називають відношення інтенсивності звуку, який випромінюється в цьому напрямку, до середньої інтенсивності:

$$\Phi = \frac{J}{J_{\text{ср}}}.$$

Шумові характеристики обов'язково встановлюють в стандартах або технічних умовах на машини і вказують їх у паспортах. Значення шумових характеристик встановлюють на основі вимог забезпечення допустимих рівнів шуму на робочих місцях, прилеглих житлових територіях та будинках.

Розрахунок очікуваної шумової характеристики є необхідною складовою конструювання машин та транспортних засобів.

Дія шуму на людину

Будь-який шум в умовах виробництва негативно впливає на стан здоров'я людей та знижує їхню працездатність, а в окремих випадках, внаслідок погіршення сприйняття зовнішньої інформації під його дією, може навіть сприяти отриманню травм, особливо під час виконання небезпечних технологічних операцій.

Шум один з основних шкідливих факторів в умовах сучасного виробництва. Збільшення потужності устаткування, насиченість виробництва високошвидкісними механізмами, різке збільшення транспортного потоку призводить до збільшення рівня шуму як у побуті, так і на виробництві.

Шкідливий вплив шуму на організм людини досить різноманітний. Реакція і сприйняття шуму людиною залежить від багатьох факторів: рівня інтенсивності, частоти (спектрального складу), тривалості дії, часових параметрів звукових сигналів, стану організму.

Негативна дія шуму на людину, і перш за все на її психічний стан, обумовлена тим, що скрізь волокна слухових нервів роздратування шумом передається в центральну та вегетативну нервові системи, а через них впливає і на внутрішні органи, спричиняючи значні зміни у функціональному стані всього організму. Причому вплив шуму на нервову систему виявляється навіть за невеликих рівнів звуку (30...70 дБА). Крім того, тривалий вплив інтенсивного шуму (вище 80 дБА) на людину може призвести навіть до часткової або повної втрати слуху. У працівників в умовах тривалого шумового впливу можуть статися зниження пам'яті, запаморочення, підвищена стомлюваність, дратівливість тощо.

До об'єктивних симптомів шумової хвороби належать: зниження слухової чутливості, зміна функцій травлення, що виражається порушенням кислотно-лужного балансу у шлунку, серцево-судинною недостатністю, нейроендокринним розладом. Також зазначають порушення в роботі зорового та вестибулярного апарату. Встановлено, що загальна захворюваність у робочих гучних виробництв, як правило, вище на 10 – 15%.

Порушення в роботі низки органів і систем організму людини можуть викликати негативні зміни в емоційному стані людини, що також впливає на якість та безпеку її праці. Крім того, шум заважає відпочинку людини, знижує його працездатність, особливо під час розумової діяльності, перешкоджає сприйняттю звукових інформаційних сигналів, що підвищує вірогідність появи травми у небезпечних ситуаціях. В окремих випадках зниження продуктивності праці може перевищувати 20%.

Таким чином, зменшення рівня шуму до допустимих величин і поліпшення шумового клімату в умовах виробництва та в інших сферах життєдіяльності людини – це один із найважливіших заходів щодо оздоровлення умов праці на виробництві та охорони навколишнього середовища.

Нормування, контроль та вимірювання шуму.

Санітарно-гігієнічне нормування, контроль та вимірювання шумів здійснюють відповідно до **ДСН 3.3.6-037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».**

Шкідливість шуму як фактора виробничого середовища і середовища життєдіяльності людини є причиною необхідності обмежувати його рівні. Санітарно-гігієнічне нормування та вимірювання шумів здійснюють методом **граничних спектрів (ГС) та методом рівня звуку (L_A).**

Метод граничних спектрів, який застосовують для нормування, контролю та вимірювання постійного шуму, передбачає обмеження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот із середньо геометричними значеннями 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 і 8000 Гц.

Сукупність цих граничних октавних рівнів називають **граничним спектром**. Позначають той чи інший граничний спектр рівнем його звукового тиску на частоті 1000 Гц. Наприклад, «ГС-75» означає, що даний граничний спектр має на частоті 1000 Гц рівень звукового тиску 75 дБ.

Метод рівнів звуку застосовують для орієнтовного гігієнічного оцінювання, контролю та вимірювання як постійного, так і непостійного шуму, наприклад, зовнішнього шуму транспортних засобів, міського шуму тощо.

Так, для орієнтовного оцінювання постійного широкосмугового шуму на робочих місцях допускається застосовувати рівень звуку в (дБА), який вимірюється на часовій характеристиці «повільно» шумоміра, його знаходять за формулою:

$$L_A = \frac{20 \lg P_A}{P_0}, \text{ дБ},$$

де: P_A – середньоквадратичний звуковий тиск з урахуванням корекції «А» шумоміра. У цьому випадку вимірюють коректований за частотами відповідно до чутливості органів слуху людини загальний рівень звукового тиску у всьому діапазоні частот, що відповідає перерахованим вище октавним смугам. Вимірюючи таким чином рівень звуку дає змогу характеризувати величину шуму не дев'ятьма цифрами рівнів звукового тиску, як у методі граничних спектрів, а однією. Вимірюють рівень звуку в децибелах А (дБА) шумоміром із стандартною коректованою частотною характеристикою, в якому за допомогою відповідних фільтрів знижена чутливість на низьких та високих частотах.

Для характеристики непостійного шуму на робочих місцях використовують такий параметр, як еквівалентний (за енергією) рівень звуку, який є інтегральним параметром і знаходиться за формулою:

$$L_{\text{Аекв}} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt,$$

де $L_{\text{Аекв}}$ – еквівалентний рівень звуку, дБА;

T – час дії шуму;

$P_A(t)$ – значення середньоквадратичного звукового тиску з урахуванням корекції «А» шумоміра, Па;

P_0 – значення звукового тиску на нижньому порозі чутності ($P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па);

Таким чином непостійний шум характеризують еквівалентним (за енергією) рівнем звуку ($\text{дБА}_{\text{екв}}$), тобто рівнем звуку постійного широкосмугового шуму, що має такий самий вплив на людину, як і такий непостійний шум.

Еквівалентний рівень звуку (дБА_{екв}) для непостійного переривчастого шуму знаходять за спрощеною формулою:

$$L_{\text{екв}} = 10 \lg \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1L_j},$$

де $L_{\text{екв}}$ – еквівалентний рівень звуку, дБА;

T – час дії шуму;

t_i – час дії i -го рівня;

L_j – рівень звуку, дБА i -го рівня;

n – кількість рівнів непостійного переривчастого шуму.

Порядок вимірювання рівнів звуку за допомогою шумомірів та порядок розрахунку еквівалентного рівня звуку регламентовані ДСН 3.3.6.037-99.

Для імпульсного шуму нормується також максимальний рівень шуму (дБА).

Контроль рівня шуму на робочих місцях згідно з вимогами ДСН 3.3.6.037-99 повинен здійснюватися не рідше одного разу на рік.

Вимірювання шуму може здійснюватися як за допомогою стандартного шумоміра, до складу якого входить мікрофон, підсилювач, фільтри (корекції, октавні) та індикатор, так і за допомогою сучасного комп'ютерного обладнання.

Вимірювання шуму проводять на постійних робочих місцях у приміщеннях, на території підприємств, на промислових спорудах та машинах (в кабінах, на пультах управління і та ін.). Результати вимірювань на робочих місцях повинні характеризувати шумовий вплив на працівників за період робочої зміни (робочого дня) та бути оформлені у вигляді протоколу.

Для контролю відповідності фактичних рівнів шуму на робочих місцях допустимим рівням необхідно вимірювати шум, коли працює не менше 2/3 розташованого у цьому виробничому приміщенні одиниць технологічного обладнання за найбільш характерного режиму його роботи. Також водночас повинні працювати вентиляційні установки та інше обладнання, що постійно працює у цьому приміщенні, яке є джерелом шуму.

Під час проведення вимірювань мікрофон слід розташовувати на висоті 1,5 м над рівнем підлоги чи робочого майданчика (якщо роботу виконують стоячи) чи на висоті, яка відповідає відстані 15 см від вуха людини, на яку діє шум (якщо робота виконують сидячи чи лежачи). Мікрофон повинен бути зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму та віддалений не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводить вимірювання.

Тривалість вимірювання непостійного шуму:

– для переривчастого шуму – час повного робочого циклу з урахуванням сумарної тривалості перерв;

– для шуму, що коливається у часі, допускається загальна тривалість вимірювання 30 хвилин безперервно або вимірювання складається з трьох десятихвилинних циклів;

– для імпульсного шуму – 30 хвилин.

Питання боротьби із шумом слід починати вирішувати вже на етапі проектування підприємства, робочого місця, устаткування. Для його вирішення,

як правило, використовують організаційні, технічні та медично-профілактичні заходи.

До організаційних заходів належать раціональне розташування виробничих ділянок, устаткування та робочих місць, постійний контроль режиму праці та відпочинку працівників, обмеження у використанні обладнання та робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

Технічні заходи дають змогу значно зменшити вплив шуму на працівників, і їх поділяють на заходи, що використовують в джерелі виникнення (конструктивні та технологічні), на шляху розповсюдження (звукоізоляція, звукопоглинання, глушники шуму, звукоізоляційні укриття) та в зоні сприйняття (засоби колективного та індивідуального захисту).

Захист від шуму необхідно забезпечувати, в першу чергу, за рахунок використання шумобезпечної техніки, і тільки в разі неможливості вирішення цього питання, за рахунок використання заходів та засобів колективного та індивідуального захисту.

Зниження шуму у самому джерелі походження звуку. Надзвичайно ефективним методом зниження шуму в джерелі його виникнення в деяких випадках може стати зміна технологій, наприклад, за допомогою заміни ударної взаємодії на безударну (заміна клепання зварюванням, кування – штампуванням, літерного методу друку – лазерним тощо). В процесі конструювання механічного обладнання, в першу чергу, слід намагатися зменшити рівень коливань конструкції або її елементів.

Для зниження **шуму механічного походження** у вузлах, у яких здійснюються ударні процеси, необхідно зменшувати сили збурення, збільшувати час контакту елементів, що взаємодіють між собою, збільшувати внутрішні втрати в коливальних системах, зменшувати площу випромінювання звуку тощо. Це може бути досягнуто:

- заміною зворотно – поступального переміщення обертовим;
- підвищенням якості балансування обертових деталей;
- підвищенням класу точності виготовлення деталей;
- поліпшенням змащування;
- заміною підшипників кочення на підшипники ковзання;
- використанням негучних матеріалів (наприклад, пластмаси);
- використанням вібродемпферних матеріалів (мастики);
- здійснюванням віброізоляції машин від фундаменту;
- використанням гнучких сполучень;
- використанням зубчатих передач із спеціальним профілем або їхнім замінюванням на мало шумні передачі (клиноремінну, гідравлічну).

Джерелами аеродинамічного шуму можуть бути нестационарні явища під час течії газів та рідин. Засоби боротьби з аеродинамічним шумом у джерелі його виникнення досягаються:

- зменшенням швидкості руху газів;
- згладжуванням гідроударних явищ за рахунок збільшення часу відкриття затворів;

- зменшенням вихрів у струменях за рахунок вибору профілів обтічних тіл;
- дробленням струменів за допомогою насадок;
- використанням ежекторів, що знижують випромінювання шуму на межі струмів – довкілля.

У гідродинамічних установках (насоси, турбіни) слід запобігати виникненню кавітації, яка викликає *гідродинамічний шум*.

Можливе також зниження рівня суб'єктивного сприйняття шуму за рахунок зсуву частотного спектра або в зону низьких частот, або в недоступну для людського слуху ультразвукову зону.

Джерелами електромагнітного шуму є механічні коливання електротехнічних пристроїв або їхніх частин, які збуджуються перемінними магнітними та електричними полями. До методів боротьби з цим шумом належать застосування феромагнітних матеріалів з малою магнітострикцією, зменшення щільності магнітних потоків у електричних машинах за рахунок належного вибору їхніх параметрів, добру затяжку пакетів пластин в осередках трансформаторів, дроселів, якорів двигунів тощо; косі пази для обмоток у статорах і роторах електричних машин, які зменшують імпульси сил взаємодії обмоток та розтягують ці імпульси в часі.

Якщо рівень шуму в джерелі все-таки високий, то застосовують методи зниження шуму на шляху розповсюдження, і насамперед такий метод, як ізоляція джерела чи робочого місця.

Для зниження звуку, що відбивається від поверхонь у середині приміщення, застосовують матеріали з високим рівнем поглинання звуку, тобто використовують так званий метод зниження шуму звукопоглинанням.

Шум з приміщення, де розташовано джерело шуму, проникає через перегородку в сусіднє приміщення трьома напрямками: через перегородку, яка під впливом змінного тиску падаючої хвилі коливається, випромінюючи в сусіднє приміщення шум; безпосередньо по повітрю через щілини та отвори; завдяки вібрації, що утворюється в будівельних конструкціях. В першому та другому випадках виникають звуки, які розповсюджуються по повітрю (повітряний шум). У третьому випадку енергія виникає і розповсюджується у випадку пружних коливань конструкцій (стіни, перекриття, трубопроводах), і такі коливання називаються ще структурними або ударними звуками.

*Звукова ізоляція від повітряного шуму здійснюється за допомогою **кожухів, екранів, перегородок**. **Звукоізолюючі** перепони відбивають звукову хвилю і тим самим перешкоджають розповсюдженню шуму. Вони бувають одношарові та багатошарові.*

Звукоізоляція будь-якої конструкції (перепони, стіни, вікна, тощо) як фізична величина дорівнює послабленню інтенсивності звуку під час проходження його через цю конструкцію:

$$R = 10 \lg \left(\frac{I_{\text{пад}}}{I_{\text{пр}}} \right),$$

де R – фізичне значення звукоізоляції конструкції, дБ;
 J_{nad} – інтенсивність звукової хвилі, яка падає на конструкцію, дБ;
 J_{np} – інтенсивність звукової хвилі, яка пройшла через конструкцію, дБ.
Звукоізоляція одношарової перегородки без повітряних проміжків може бути визначена за формулою:

$$R = 20 \lg Gf - 47,5 ,$$

де G – поверхнева маса, кг/м²;
 f – частота, Гц.

Звукоізолювальна здатність одношарової перегородки тим вища, чим більше її маса та вище частота звуку. Слід зауважити, що ця формула прийнятна лише для приблизних розрахунків. Як правило, на низьких та високих частотах виникають резонансні явища, які знижують величину звукоізоляції.

Підвищення звукоізоляції огороження за умови збереження незмінною його маси досягається наступними шляхами:

- застосуванням огорожень, які складаються з двох та більше прошарків, розділених повітряними проміжками або прошарком легкого волокнистого матеріалу;
- зміною його жорсткості підвищенням внутрішнього тертя у конструкції завдяки використанню відповідного матеріалу огороження, або нанесенням вібродемпфувального шару, що дає змогу зменшити вплив резонансних коливань у конструкції.

Зниження передавання звуку через перегородки досягають також:

- ліквідацією усякого роду нещільностей та щілин, особливо в дверях та вікнах, а також у місцях з'єднання різних конструкцій (наприклад, примикання перекриття до стіни);
- ущільненням притворів, подвійним та потрійним заскленням, влаштуванням тамбурів біля дверей тощо, тобто старанною звукоізоляцією «слабкої ланки» огорожень – вікон, дверей;
- зменшенням непрямого передавання звуку (вибір відповідних будівельних конструкцій, встановленням пружних елементів та елементів, що поглинають вібрації на шляху передавання звуку, раціональним розташуванням конструкцій з малою та великою масою, шарнірною закладкою конструкцій замість жорсткої там, де це допустимо, тощо).

Щоб захистити від шуму працівників на виробничих ділянках з шумними технологічними процесами або особливо шумним устаткуванням, влаштовують спеціальні кабінки для спостереження і дистанційного керування. Їх виготовляють із звичайних будівельних матеріалів у вигляді ізольованих приміщень, обладнаних вентиляцією, оглядовими вікнами, дверима зі щільними засувами та віброізоляторами для запобігання проникнення в кабінки структурного шуму. Нерідко в кабінах стелю, або частину стелі облицьовують звукопоглинальними матеріалами. Особливу увагу звертають на замазування щілин та отворів у місцях проходження комунікацій.

Найбільш простим та дешевим засобом зниження шуму у виробничих приміщеннях є використання звукоізолювальних кожухів, які повністю закривають найбільш шумні агрегати. Суттєва перевага цього засобу – це можливість зниження шуму на значну величину. Кожухи можуть бути такими, що знімаються, або розбірними, мати оглядові вікна, функціональні дверці та отвори для введення комунікацій. Виготовляють їх із сталі, дюралюмінію, фанери тощо. З внутрішнього боку кожухи необхідно облицьовувати звукопоглинальними матеріалами товщиною 30 – 50 мм.

Звукоізолювальна властивість огороження залежить від його розмірів, форми, розташування, матеріалу тощо і може досягати 60 дБ.

Звукоізоляція від повітряного шуму забезпечується за допомогою звичайних будівельних матеріалів – цегли, бетону та залізобетону, металу, фанери, плит із деревних стружок, скла тощо.

У ролі звукоізолювальних матеріалів, які застосовують у конструкціях перекриттів для зниження передавання структурного (ударного) звуку переважно в житлових та громадських будівлях, використовують мати та плити зі скляного волокна, м'які плити з деревних стружок, картон, гуми, металеві пружини, утеплений лінолеум тощо.

Якщо необхідно додатково знизити звукову енергію, що відбивається від внутрішніх поверхонь приміщення, використовують звукопоглинальні конструкції та матеріали. Це, як правило, конструкції, які складені з шпаристих матеріалів. У шпаринах таких матеріалів енергія звукових хвиль переходить у теплову енергію. Звукопоглинальні матеріали застосовують у вигляді облицювання внутрішніх поверхонь приміщень або ж у вигляді самостійних конструкцій – штучних поглиначів, які, як правило, підвішують до стелі (рис. 2.12). У ролі штучних поглиначів використовують також драпірування, м'які крісла тощо.

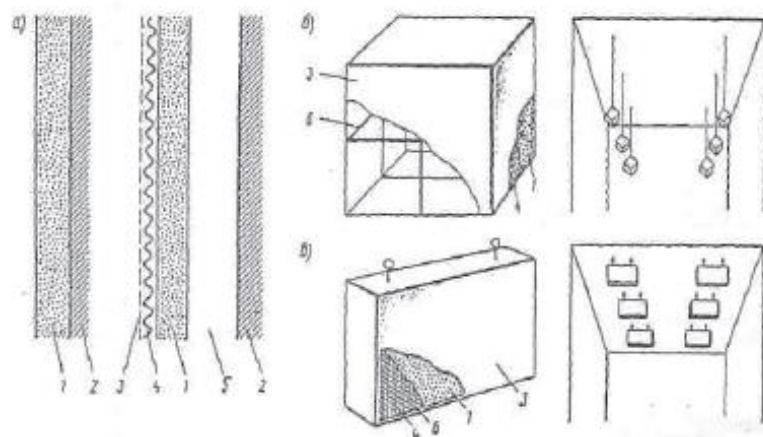


Рис. 2.12. Звукопоглинальні конструкції: а – облицювання огорожень приміщень; б – штучні поглиначі у вигляді кубів; в – штучні поглиначі у вигляді куліс; 1 – звукопоглинальний матеріал; 2 – будівельна конструкція; 3 – перфорований металевий або вапняковий лист (на б і в перфорація не показана); 4 – захисний шар (склотканина); 5 – повітряний проміжок; 6 – каркас

Поверхня звукопоглинального облицювання характеризується коефіцієнтом звукопоглинання α , який дорівнює відношенню інтенсивності поглинутого звуку до інтенсивності звуку, що падає на поверхню цього облицювання:

$$\alpha = \frac{J_{\text{погл}}}{J_{\text{пад}}}.$$

Звукопоглинанням поверхні огороження A на певній частоті називають добуток площини огороження S на її коефіцієнт звукопоглинання α :

$$A = \alpha \cdot S.$$

Звукопоглинання приміщення складається із суми звукопоглинання поверхонь та звукопоглинання A_j штучних поглиначів.

$$A = \sum_1^n \alpha_i S_i + \sum_1^m A_j ,$$

де n – кількість звукопоглинальних поверхонь;
 m – кількість штучних поглиначів;
 A_j – звукопоглинання штучного поглинача.
Сталою B приміщення називають величину

$$B = \frac{A_{\text{прим}}}{1 - \alpha},$$

де α – середній коефіцієнт звукопоглинання, який становить

$$\alpha = \frac{A_{\text{прим}}}{\sum_1^n S_i}.$$

Коефіцієнт зниження шуму звукопоглинальним облицюванням у децибелах визначають вдалині від джерела шуму у відбитому звуковому полі за формулою:

$$\Delta L_{\text{обл}} = 10 \lg \frac{B_2}{B_1},$$

де B_2 , B_1 – сталі приміщення відповідно до та після проведення акустичних заходів.

Використання звукопоглинальних конструкцій може дати ефект зниження шуму на 12 – 15 дБА поблизу від цих конструкцій. Поблизу джерела шуму ефект зниження шуму не перевищує 2 – 5 дБА. Однак, при цьому, за рахунок зміни

структури звукового поля знижуються дискомфортні акустичні умови і поліпшується слухова адаптація людини в приміщенні.

Метод зниження шуму звукопоглинанням застосовують, якщо неможливо забезпечити нормальних акустичних умов методами зниження шуму в джерелі випромінювання та звукоізоляції. Цей метод доцільно застосовувати, якщо у приміщенні частка прямого та відбитого звуку майже дорівнюють одна одній (дифузне акустичне поле), та є можливість облицювання звукопоглинальним матеріалом більше 60% поверхонь у приміщенні.

Для зниження шуму газодинамічного обладнання найчастіше використовують глушники шуму.

Глушники є обов'язковою складовою частиною установок з двигунами внутрішнього згорання, газотурбінними та пневматичними двигунами, вентиляторних та компресорних установок, аеродинамічних пристроїв тощо.

Розрізняють глушники із звукопоглинальним матеріалом (активні), які поглинають звукову енергію, та без звукопоглинального матеріалу (реактивні), які відбивають звукову енергію назад до джерела. Глушники з поглинальними матеріалами (трубчаті, пластинчаті, екранні) використовують у компресорних та вентиляційних установках. На високих частотах їхня ефективність може досягати 10 – 25 дБ. Глушники без звукопоглинального матеріалу (з розширювальними камерами, резонансні) використовують переважно в поршневих машинах, пневматичних та ротаційних двигунах і двигунах внутрішнього згорання. Ці конструкції налаштовують на окремі частотні смуги, які мають найбільшу енергію випромінювання, і мають при цьому ефект зниження шуму до 30 дБ.

Використання засобів індивідуального захисту від шуму здійснюють у випадках, якщо інші (конструктивні та колективні) методи захисту не забезпечують допустимих рівнів звуку, або економічно недоцільні. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) дозволяють знизити рівні звукового тиску на 7 – 45 дБ. Найчастіше використовують ЗІЗ у вигляді тампонів, які встромляються у слуховий канал, та протишумові навушники, які закривають вушну раковину зовні, а також шоломи та каски.

Нормування ультра- та інфразвуку, методи захисту

Ультразвук застосовується у самих різних галузях виробництва. Наприклад у техніці його використовують для диспергування рідин, очищення поверхонь, зварювання пластмас, дефектоскопії металів, очищення газів від шкідливих домішок тощо.

Згідно з ДСН 3.3.6.037-99 ультразвуковий частотний діапазон поділяють на низькочастотний (від $1,12 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^5$ Гц), коли ультразвукові коливання поширюються як повітряним, так і контактним шляхом, та високочастотний (від $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^9$ Гц), коли ультразвукові коливання поширюються лише контактним шляхом.

На організм людини ультразвук впливає, головним чином, у разі безпосереднього контакту з обладнанням, що генерує ультразвук, а також через повітря. Якщо дотримуватися заходів безпеки, робота з ультразвуком на стані

здоров'я не позначається. Допустимі рівні звукового тиску ультразвуку нормовані ДСН 3.3.6.037-99 (табл. 2.2) і складають у разі восьмигодинного робочого дня:

Таблиця 2.2

Допустимі рівні тиску ультразвуку

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

Для зниження шкідливого впливу підвищених рівнів ультразвуку зменшують шкідливе випромінювання звукової енергії у джерелі, а також локалізують дію ультразвуку за допомогою конструктивних та планувальних рішень і здійснюють організаційно-профілактичні заходи. Зменшення шкідливого випромінювання у джерелі може досягатися, наприклад, підвищенням номінальних робочих частот джерел ультразвуку та виключенням паразитного випромінювання звукової енергії. Для локалізації дії ультразвуку конструктивними та планувальними рішеннями використовують: звукоізолювальні кожухи, напівкожухи, екрани; окремі приміщення та кабінки, де розміщують ультразвукове обладнання; блокування, що відключає генератор ультразвуку у разі порушення звукоізоляції; дистанційне керування; облицювання приміщень та кабін звукопоглинальними матеріалами.

Організаційно-профілактичні заходи містять інструктаж про характер дії підвищених рівнів ультразвуку та про засоби захисту від нього, а також організацію раціонального режиму праці та відпочинку.

Для індивідуального захисту від ультразвуку, як правило, використовують подвійні рукавиці з повітряним прошарком, які частково відбивають ультразвук шаром повітря, а також протишуми для захисту від ультразвуку, який поширюється повітряним шляхом.

Інфразвук є одним із найбільш несприятливих факторів виробничого середовища. Він характеризується високою проникливою здатністю. Якщо рівні звукового тиску більше 110 – 120 дБ, існує дуже негативний його вплив на стан та здоров'я людини.

Зовнішні коливання частотою менш 0,7 Гц порушують у людини нормальну діяльність вестибулярного апарата. Інфразвукові коливання (менш 16 Гц), впливаючи на людину, пригнічують центральну нервову систему, викликаючи почуття тривоги, страху. За певної інтенсивності на частоті 6 – 7 Гц інфразвукові коливання, втягуючи у резонанс внутрішні органи і систему кровообігу, здатні викликати травми, розриви артерій, тощо.

На виробництві коливання інфразвукових частот виникають під час роботи компресорів, двигунів внутрішнього згоряння, великих вентиляторів, руху локомотивів та автомобілів. Допустимі рівні тиску інфразвуку в октавних смугах наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Допустимі рівні тиску інфразвуку в октавних смугах частот

Допустимі рівні звукового тиску у дБ в октавних смугах з	Загальний рівень
--	------------------

середньо геометричними значеннями частот, Гц				звукового тиску, дБ
2	4	8	16	
105				110

Завдяки дуже малому затуханню інфразвуку в повітрі, він поширюється на дуже значні відстані. Практично неможливо зупинити інфразвук за допомогою будівельних конструкцій на шляху його поширення. Неефективні також засоби індивідуального захисту. Дієвим засобом захисту є тільки зниження рівня інфразвуку в самому джерелі його випромінювання. Це внесення конструктивних змін в будову джерел, що дозволяє перейти з області інфразвукових коливань в область звукових, наприклад, за рахунок збільшення частот обертання валів до 20 та більше обертів на секунду; підвищення жорсткості конструкцій; усунення причин низькочастотних вібрацій та резонансних явищ; застосування звукоізоляції та звукопоглинання; зниження інтенсивності аеродинамічних процесів; зменшення швидкості витікання в атмосферу робочих тіл тощо.

Вібрація, її характеристики і види

Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем, які проявляються у їхньому переміщенні в просторі або в змінні їхніх форм. Джерелами вібрації на виробництві можуть бути різноманітні технологічні процеси, верстати, допоміжні механізми, електродвигуни, вентилятори, вібростенди, трансформатори, насоси, компреси тощо. З фізичної точки зору немає принципової різниці між вібрацією та шумом. Різниця полягає у сприйнятті цих явищ людиною. Шум ми сприймаємо органами слуху, а вібрацію – тактильно, через шкіру, або всім тілом завдяки вестибулярному апарату. *Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має для її здоров'я досить негативні наслідки.* Вібрація – це механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем. Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має негативні наслідки для організму.

Вібрація, тобто коливання – це зміщення точки від положення рівноваги. Коливання виникають у випадку динамічної невідповідності деталей, що обертаються, ударні процеси в діючих механізмах, пульсації тиску та ін.

Коливання можуть бути вільними і вимушеними.

Вібрація характеризується:

- частотою, f , Гц;
- амплітудою зміщення, x , мм;
- віброшвидкістю, v , м/с;
- віброприскоренням, a , м/с².

Для вібрації визначають інтенсивність коливань, їхнім спектральним складом, тривалістю впливу та напрямком дії. Параметри x , v , a – взаємозалежні, і для синусоїдальних вібрацій величина кожного з них може бути обчислена за значеннями іншого зі співвідношення:

$$a = v(2\pi f) = x(2\pi f)^2$$

де $2\pi f$ – кругова частота вібрації, с^{-1} .

Для оцінювання рівнів вібрації використовують логарифмічну шкалу децибел.

Логарифмічні рівні віброшвидкості (L_v) в дБ визначають за формулою:

$$L_v = 20 \lg \left(\frac{v}{v_0} \right),$$

де v – середньоквадратичне значення віброшвидкості, м/с ;

v_0 – опорне значення віброшвидкості, що дорівнює $5 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}$ (для локальної та загальної вібрацій).

Логарифмічні рівні віброприскорення (L_a) в дБ визначають за формулою:

$$L_a = 20 \lg \left(\frac{a}{a_0} \right),$$

де a – середнє квадратичне значення віброприскорення, м/с^2 ;

a_0 – опорне значення віброприскорення, що дорівнює $3 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$.

За способом передавання на тіло людини розрізняють *загальну та локальну* (місцеву) вібрації. Загальна вібрація та, що викликає коливання всього організму, а місцева (локальна) – втягує в коливальні рухи лише окремі частини тіла (руки, ноги).

Локальна вібрація, що діє на руки людини, утворюється багатьма ручними машинами та механізованим інструментом, під час керування засобами транспорту та машинами, під час будівельних та монтажних робіт.

Загальну вібрацію за джерелом 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 під час їхнього будівництва).

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 транспортної вібрації належать, наприклад, трактори сільськогосподарські та промислові, самохідні сільськогосподарські машини; автомобілі вантажні (в тому числі тягачі, скрепери, грейдери, катки та ін.).

До джерел транспортно-технологічної вібрації відносять, наприклад, екскаватори (в тому числі роторні), крани промислові та будівельні, самохідні бурильні каретки, шляхові машини, бетоноукладачі, 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 належать, наприклад, верстати та метало-деревобробне, пресувально-ковальське обладнання, електричні машини, окремі

стаціонарні електричні установки, насосні агрегати та вентилятори, обладнання для буріння свердловин, бурові верстати.

У свою чергу, 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.*

Методи гігієнічного оцінювання виробничої вібрації. Вплив вібрації на людину.

Гігієнічне оцінювання вібрації, яка діє на людину у виробничих умовах, здійснюється за допомогою таких методів: частотного (спектрального) аналізу її параметрів; інтегральної оцінки за спектром частот параметрів, що нормуються; дози вібрації.

Під час дії постійної, локальної та загальної вібрацій параметром, що нормується, є середньоквадратичне значення віброшвидкості ($v_{сер\ кв}$) та віброприскорення (a) або їхні логарифмічні рівні L_v , L_a у дБ у діапазоні октавних смуг із середньгеометричними частотами $f_{сер\ г}$: 8,0; 16,0; 31,5; 63,0; 125,0; 250,0; 500,0; 1000,0 Гц – для локальної вібрації; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 31,5; 63,0 Гц – для загальної вібрації.

Під час дії імпульсної вібрації з піковим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ, параметром, що нормується, є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину), залежно від тривалості імпульсу.

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.

Нормативні значення вібрації встановлені згідно з ДСН 3.3.6.039-99 за її дії протягом робочого часу 480 хвилин (8 год). У разі впливу вібрації, яка перевищує встановлені нормативи, тривалість її дії на людину протягом робочої зміни зменшують.

Вплив вібрації на людину

Вплив вібрації на людину залежить від її спектрального складу, напрямку дії, прикладення, тривалості впливу, а також від індивідуальних особливостей людини.

Внутрішні органи людини можна розглядати як коливальні системи з пружними зв'язками. Частоти їхніх власних коливань лежать у діапазоні 3 – 6 Гц. частоти власних коливань плечового поясу, стегон і голови щодо опорної поверхні (положення стоячи) складають 4 – 6 Гц, голови щодо пліч (положення сидючи) 25 – 30 Гц.

Під час впливу на людину зовнішніх коливань (хитавиці, струсів, вібрації) відбувається їхня взаємодія з внутрішніми хвильовими процесами, виникнення резонансних явищ. Так, зовнішні коливання частотою менш 0,7 Гц утворюють хитавицю і порушують у людини нормальну діяльність вестибулярного апарата. Інфразвукові коливання (менш 16 Гц), впливаючи на людину, пригнічують центральну нервову систему, викликаючи почуття тривоги, страху. За певної інтенсивності на частоті 6 – 7 Гц інфразвукові коливання, втягуючи у резонанс внутрішні органи і систему кровообігу, здатні викликати травми, розриви артерій, тощо.

У результаті впливу вібрації виникають нервово-судинні розлади, ураження кістково-суглобної й інших систем організму. Відзначають, наприклад, зміни функції щитовидної залози, сечостатевої системи, шлунково-кишкового тракту.

Необхідно зауважити, що шкідливість вібрації збільшується при одночасному впливі на людину таких факторів, як знижена температура, підвищені рівні шуму, запиленість повітря, тривала статична напруга м'язів тощо.

За напрямком дії загальну та локальну вібрації характеризують з урахуванням осей ортогональної системи координат X , Y , Z (рис. 2.13).

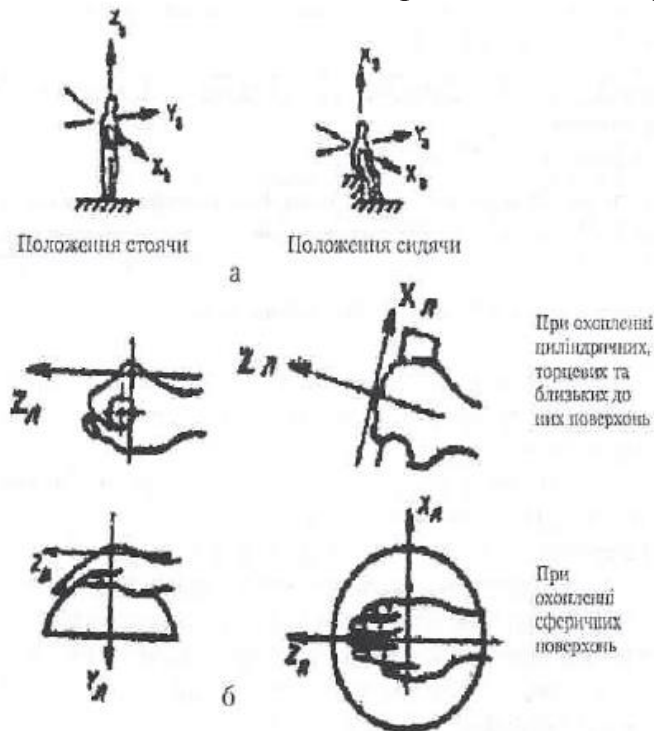


Рис. 2.13. Напрями координатних осей

під час дії загальної (а) та локальної (б) вібрацій.

Сучасна медицина розглядає виробничу вібрацію як значний стрес – фактор, що має негативний вплив на психомоторну працездатність, емоційну сферу і розумову діяльність людини, що підвищує ймовірність виникнення різних захворювань і нещасних випадків. Особливо небезпечний тривалий вплив вібрації для жіночого організму. Цей широкий комплекс патологічних відхилень, викликаний впливом вібрації на організм людини, кваліфікується як **віброзахворювання**. За напрямком дії загальну та локальну вібрації характеризують з урахуванням осей ортогональної системи координат X , Y , Z .

Вплив вібрації на людину залежить від її спектрального складу, напрямку дії, місця прикладення, тривалості впливу, а також від індивідуальних особливостей людини.

Характерними рисами шкідливого впливу вібрації на людину є можливі зміни у його функціональному стані. Це, в першу чергу, підвищена втома, збільшення часу моторної реакції, порушення вестибулярної реакції.

Таким чином, вібрація має значний вплив як на працездатність людини, так і на стан її здоров'я. Серед професійних патологій вібраційна хвороба займає одне з перших місць.

Захист від вібрації.

Заходи, щодо захисту від дії вібрації поділяють на *технічні, організаційні та лікувально-профілактичні*. Також вони можуть бути розподілені як колективні та індивідуальні.

Загальні технічні методи захисту від вібрації ділять на дві основні групи:

1. Зменшення інтенсивності збуджувальних сил у джерелі їхнього виникнення.

2. Методи послаблення вібрації на шляху її розповсюдження, а це:

- *віброізоляція* – зменшення передавання динамічної сили від машини до підстави, за допомогою розміщення між ними пружних елементів (віброізоляторів, амортизаторів);

- *віброгасіння*;

- *динамічне гасіння вібрацій*;

- *вібропоглинання* (вібродемпфування – нанесення на поверхні, що вібрують, пружно в'язких матеріалів);

- *засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)* – для захисту рук використовують рукавиці, вкладки, прокладки; для захисту ніг використовують спеціальне взуття, підметки, наколінники; для захисту тіла – нагрудники, пояси, спеціальні костюми.

До організаційних заходів належать:

- *організаційно-технічні* (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації, дистанційне керування вібробезпечним обладнанням);

- *організаційно-режимні* (забезпечення відповідного режиму праці та відпочинку, заборону залучення до вібраційних робіт осіб молодших 18 років, тощо);

До лікувально-профілактичних заходів належать:

- *періодичні медичні огляди*;

- *лікувальні процедури* (фізіологічні процедури, вітаміно- та фітотерапія).

Окрім цього, з метою профілактики вібраційних захворювань для працівників рекомендують встановлювати спеціальний режим праці. Всі, хто працює з джерелами вібрації, повинні проходити медичні огляди перед вступом на роботу і періодичні, не рідше за 1 раз у рік.

Найбільш важливим напрямком захисту від вібрації є застосування конструктивних методів зниження вібраційної активності машин та механізмів, наприклад, за рахунок зменшення діючих змінних сил у конструкції та зміні її параметрів (жорсткості, приведеної маси, сили тертя, використання демпферних пристроїв).

Проаналізуємо рівняння, яке описує коливання машин для спрощеного випадку, коли є коливання системи з одним ступенем свободи за гармонійного закону діючої сили. Таке рівняння має наступний вигляд:

$$m \left(\frac{dv}{dt} \right) + \mu \left(\frac{dx}{dt} \right) + qx = F \sin(\omega t),$$

де: m – маса системи, кг;

q – жорсткість пружини, Н/м;

x – коливальне зміщення пружини, м;

μ – коефіцієнт тертя, Нс/м;

F_m – діюча сила, Н;

ω – кругова частота діючої сили, рад/с;

dv/dt – поточне значення прискорення коливань, м/с²;

dx/dt – поточне значення швидкості коливань, м/с.

Розв'язання цього рівняння відносно амплітуди швидкості (v_m) коливання дає:

$$v_m = \frac{F_m}{\sqrt{\mu^2 + \left(m\omega - \frac{q}{\omega} \right)^2}},$$

де: v – амплітудне значення віброшвидкості, м/с.

Амплітуда коливання системи різко збільшується, коли виконується умова резонансу $m\omega = \frac{q}{\omega}$ або $\omega_0 = \sqrt{\frac{q}{m}}$. При цьому резонансна частота визначається як

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{q}{m}}.$$

Аналіз цих рівняння показує, що **основними методами боротьби з вібрацією машин є:**

- зниження вібрації у джерелі виникнення за рахунок зменшення діючих змінних сил (F_m) (наприклад, за рахунок врівноваження мас, заміни ударних технологій на безударні, використання спеціальних видів зчеплення у приводах машин тощо.);

- відстроювання від резонансних режимів за рахунок раціонального вибору приведеної маси m (при $\omega > \omega_0$) або жорсткості q (при $\omega < \omega_0$) системи або зміна частоти збуджувальної сили (ω);

- вібродемпфування – збільшення механічних втрат (μ) при коливаннях поблизу режимів резонансу, наприклад, за рахунок використання у конструкціях матеріалів з великим внутрішнім тертям: пластмас, сплавів марганцю та міді, нанесення на вібруючі поверхні шару пружно в'язких матеріалів та ін.;

- динамічне гасіння – введення в коливальну систему додаткових мас та зміна її жорсткості, що дає змогу кріплення на вібруючому об'єкті, додаткової коливальної системи, яка рухається в «протифазі» з коливаннями самого об'єкта.

Для зниження дії вібрації на обладнання та людину також широко використовують метод віброізоляції, який полягає у введенні в коливальну систему додаткового пружного зв'язку, який послаблює передавання вібрації об'єкту, що підлягає захисту. Для віброізоляції машин з вертикальною збуджувальною силою використовують віброізолюючі опори у вигляді пружин, пружних прокладок, наприклад гума, та їхні комбінації (рис.2.14). Як правило, основною частиною ізолятора (рис. 9.4, а) є пружина 3, що спирається на гумову прокладку 1. Пружина і прокладка розміщені у металевому стакані 2. Для запобігання ударам з дуже великою амплітудою коливань передбачені обмежувачі 4 і 5. Гумове кільце 4 запобігає також ударам металу об метал у випадку бокових вібрацій. Опорна конструкція 7 використовується для кріплення віброізолятора до основи. Кріплення установки, що ізолюється, до ізолятора здійснюється за допомогою болта 6. Пружина 3 слугує для ізоляції від коливань низьких частот, а гумова прокладка 1 для ізоляції від коливань високих частот.

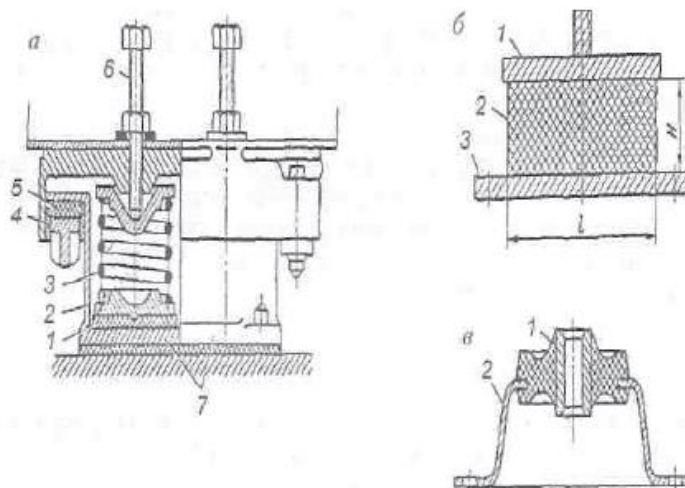


Рис. 2.14. Конструкції віброізоляторів для механічного устаткування

Досить простим за конструкцією є віброізолятор (рис. 2.14,б), що представляє собою гумовий брусок 2, розміщений між металевими пластинами 1 та 3, які можуть бути приклеєні до цього бруска. Висоту H вибирають за величиною потрібного статичного стиску з урахуванням забезпечення стійкості та міцності гумового бруска 2, а розмір металевої пластини 1, визначають на основі допустимого навантаження на один віброізолятор. У разі значного збільшення розміру пластини 1 порівняно з висотою бруска H , швидко зростає жорсткість віброізолятора і його робота стає малоефективною. З тієї ж причини малоефективні віброізолятори, які складаються з суцільних тонких гумових листів. Замість них краще використовувати гумові килимки з гофрованої гуми, що випускаються промисловістю.

На рис. 2.14, в зображено чашковий віброізолятор, який складається з гумової втулки 1, що закріплена на металевому держаку 2. Як правило, цей віброізолятор використовують у приладах.

Загалом гумові та гумово-металеві віброізолятори використовуються дуже широко і мають багато модифікацій.

Перевагами гумових віброізоляторів є простота їхньої конструкції та невисока вартість, а недоліками – швидке старіння гуми, можливість її руйнування нафтопродуктами, низька ефективність захисту від низькочастотних вібрацій.

Застосовуються також пневматичні і гідравлічні віброізолятори.

Ефективність віброізоляції залежить від відношення частоти збудження (f_3) та власної частоти (f_0) коливань системи. Віброізолятори можуть знижувати коефіцієнт передавання динамічних сил на об'єкт, що захищається, тільки за умови $\frac{f_3}{f_0} > \sqrt{2}$.

Коефіцієнт передавання (КП), який вказує на співвідношення сили діючої на об'єкт у разі існування гнучкого зв'язку (віброізолятора) і без нього, за гармонійних коливань визначається за формулою:

$$КП = \frac{1}{\left[\left(\frac{f_3}{f_0}\right)^2\right] - 1}.$$

Оптимальні умови для віброізоляції досягаються за $КП=1/8...1/15$.

Віброізоляцію людини можна забезпечити, наприклад, за допомогою віброзахисних крісел, віброізоляційних кабін та платформ (рис. 2.15).

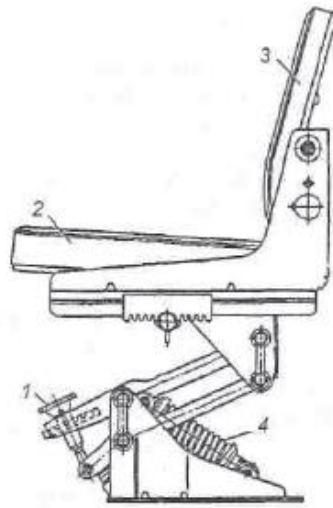


Рис. 2.15. Віброзахисне крісло машиніста

Для захисту від низькочастотних вібрацій використовують пружини 4, які забезпечують необхідну величину статичного стискання та низьку власну резонансну частоту системи. Амортизатор 1 вносить тертя у коливальну систему і пом'якшує передачу поштовхів та ударів завдяки забезпеченню в ньому нелінійної залежності сили тертя від швидкості деформації. Для забезпечення комфорту та захисту людини від високочастотної вібрації застосовується м'яке сидіння 2 та спинка 3.

Ефективною додатковою мірою захисту, наприклад для трактористів, є віброізолятори, які встановлюють між кабіною та рамою, а також між механізмом керування та кабіною.

У випадках, коли технічними засобами не вдається зменшити рівень вібрації до норми, передбачають забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) можуть застосовуватися як для всього тіла людини, так і окремо для ніг та рук. У ролі таких засобів використовують віброізолювальні рукавиці і віброізолювальне взуття, які мають пружні прокладки, що захищають працівника від впливу високочастотної місцевої вібрації. Ефективність таких рукавиць та взуття не дуже висока, тому що товщина вказаних прокладок не може бути дуже великою. через це вони не дають помітного зменшення вібрацій на низьких частотах, а на високих (більш 100 Гц) їхня ефективність зменшується за рахунок хвильових властивостей тканин людського тіла. Засоби індивідуального захисту від шкідливого впливу загальної та локальної вібрації (взуття, рукавиці та ін.) повинні відповідати вимогам нормативних документів: ДСТУ 4062-2001 Взуття спеціальне з верхом із шкіри для захисту від вібрації; Технічні умови. З поправкою (ІПС № 11-2002) та ДСТУ 12.4.141:2003 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту рук, одяг спеціальний і матеріали для їх виготовлення.

Для зниження впливу локальної вібрації, що діє під час роботи з перфораторами та відбійними молотками, використовують спеціальні пристрої до

механізмів керування. Це можуть бути пристрої з елементами пружності, які згинаються, стискаються або скручуються, чи пристрої з телескопічними або шарнірними елементами.

2.5. Випромінювання.

Електромагнітні випромінювання

Джерела електромагнітних випромінювань. Електромагнітна сфера нашої планети визначається, в основному, електричним і магнітним полями Землі, Сонця і галактик, а також полями штучних джерел.

Джерелами електромагнітних випромінювань радіочастот є могутні радіостанції, генератори надвисоких частот, установки індукційного і діелектричного нагрівання, радары, вимірювальні і контролювальні пристрої, дослідницькі установки, високочастотні прилади і пристрої в медицині й у побуті.

Джерелом електростатичного поля й електромагнітних випромінювань у широкому діапазоні частот є персональні комп'ютери (електронно-обчислювальні машини – ЕОМ) і монітори до них (відеодисплейні термінали – ВДТ), які використовуються як у промисловості та наукових дослідженнях, так і в побуті. Небезпеку для користувачів представляє електромагнітне випромінювання моніторів на електронно-променевих трубках в діапазоні частот 20 Гц – 300 МГц і статичний електричний заряд на екрані.

Джерелами електромагнітних полів промислової частоти є будь-які електроустановки і струмопроводи промислової частоти. Чим більша напруга, тим вище інтенсивність полів.

Нині визнаються джерелами ризику в зв'язку з останніми даними про вплив електромагнітних полів промислової частоти: електроплити, електрогрилі, праски, холодильники (якщо працює компресор). Джерелом підвищеної небезпеки з погляду електромагнітних випромінювань є також мікрохвильові печі, телевізори будь-яких модифікацій, мобільні телефони.

Основні характеристики ЕМП. Електромагнітне поле (електромагнітне випромінювання) характеризується векторами напруженості електричного E (В/м) і магнітного H (А/м) полів, що характеризують силові властивості ЕМП.

Біля джерела ЕМВ виділяють ближню зону чи зону індукції, що знаходиться на відстані $r \leq \lambda/2\pi \approx \lambda/6$, і далеку зону чи зону випромінювання, для якої $r > \lambda/6$. У діапазоні від низьких частот до короткохвильових випромінювань частотою < 100 МГц біля генератора варто розглядати поле індукції, а робоче місце, – що знаходиться в зоні індукції. У зоні індукції електричне і магнітне поле можна вважати незалежними одне від одного. Тому нормування в цій зоні ведеться як за електричною, так і за магнітною складовою.

У зоні випромінювання (хвильовій зоні) більш важливим параметром є інтенсивність, що у загальному вигляді може бути виражена у Вт/м²:

$$I = \frac{P_{\text{пв}}}{4\pi r^2},$$

де I – інтенсивність електромагнітного випромінювання, Вт/м²;
 $P_{\text{пв}}$ – потужність випромінювання, Вт;
 r – відстань від джерела, м.

Дія ЕМВ радіочастотного діапазону на людину. Видимим проявом дії ЕМВ на організм людини є **нагрівання тканин та органів**, що призводять до їхніх змін та пошкоджень. Теплова дія характеризується загальним підвищенням температури тіла або локалізованим нагріванням тканин. Нагрівання особливо небезпечне для органів із слабкою терморегуляцією (мозок, очі, органи кишкового та сечостатевого тракту). ЕМВ із довжиною хвилі 1–20 см шкідливо діє на очі, викликаючи катаракту (помутніння кришталика), тобто втрату зору.

Морфологічні зміни – це зміни будови та зовнішнього вигляду тканин і органів тіла людини (опіки, омертвіння, крововиливи, зміни структури клітин).

Функціональні зміни проявляються у вигляді головного болю, порушення сну, підвищеного стомлення, дратівливості, пітливості, випадання волосся, болів у ділянці серця, зниження статевої потенції та ін.

Нормування і захист від електромагнітних випромінювань (ЕМВ)

Нормування ЕМВ радіочастотного діапазону та електромагнітних полів здійснюється згідно з ДСТУ EN 50364:2016, ДСанПіН 3.3.6.096-2002, ДСН 239-96 та НПАОП 0.00-7.13-14.

Згідно з цими документами нормування електромагнітних випромінювань здійснюється в діапазоні частот 50 Гц – 300 ГГц. Причому у діапазоні 50 Гц – 300 МГц нормованими параметрами є напруженість електричної E , В/м, та магнітної H , А/м, складових поля, а у діапазоні 300 МГц – 300 ГГц нормативним параметром є щільність потоку енергії ГПЕ, Вт/м².

Для електромагнітних полів промислової частоти (50 Гц) нормативною є напруженість електричної складової поля. Гранично допустимий рівень на робочому місці становить 5 В/м. Припустимий час дії електромагнітного поля становить: якщо напруженість 5 В/м – 8 год; якщо напруженість більше 5 до 20 В/м включно визначається за формулою $T = 50/E - 2$ год (де E – фактична напруженість); за напруженості більше 20 до 25 В/м – 10 хв. У населеній місцевості ГДР – 5 кВ/м, всередині житлових будинків – 0,5 В/м. Гранично допустимі значення магнітної складової на частотах від 0,06 до 300 МГц становлять 50 А/м.

Санітарними нормативами також встановлюють захисні зони поблизу ліній електропередачі залежно від їхньої напруги: 20 м для лінії з напругою 330 кВ, 30 м з напругою 500 кВ і 55 м для лінії з напругою 1150 кВ.

Вимірювання параметрів ЕМВ слід виконувати не рідше одного разу на рік, а також під час введення в дію нових установок, внесення змін у конструкцію, розміщення чи режим роботи установок, у випадках організації нових робочих місць та внесенні змін у засоби захисту від дії ЕМВ. Для вимірювання інтенсивності ЕМВ застосовують прилади – вимірювачі напруженості та вимірювачі малої напруженості електромагнітних полів.

Захист від електромагнітних випромінювань. Основні заходи захисту від ЕМВ – це захист часом, захист відстанню, екранування джерел випромінювання, зменшення випромінювання в самому джерелі випромінювання, виділення зон випромінювання, екранування робочих місць, застосування ЗІЗ.

ЗІЗ слід користуватися у тих випадках, коли застосування інших способів запобігання впливу ЕМВ неможливе. В ролі ЗІЗ застосовують халат, комбінезон, захисні окуляри. Як матеріал для халата чи комбінезона застосовують спеціальну тканину, у якій тоненькі металічні нитки утворюють сітку. Для захисту органів зору застосовують сітчасті окуляри, які мають конструкцію на півмасок з мідної або латунної сітки; окуляри ОРЗ-5 із спеціальним склом зі струмопровідним шаром двооксиду олова.

Випромінювання оптичного діапазону

Характеристика ІЧ випромінювань. Інфрачервоне випромінювання (теплове) виникає скрізь, де температура вище абсолютного нуля, і є функцією теплового стану джерела випромінювання. Більшість виробничих процесів супроводжується виділенням тепла, тепло виділяється виробничим устаткуванням і матеріалами. Нагріті тіла віддають своє тепло менш нагрітим трьома способами: теплопровідністю, тепловипромінюванням, конвекцією.

Дослідження показують, що близько 60% тепла, що втрачається, припадає на частку тепловипромінювання. У результаті поглинання випромінюваної енергії підвищується температура тіла людини, конструкцій приміщень, устаткування, що значно впливає на метеорологічні параметри (є причиною підвищення температури повітря в приміщенні).

Джерела ІЧ випромінювання поділяють на природні (природна радіація сонця, неба) і штучні – будь-які поверхні, температура яких вища порівняно з поверхнями, що опромінюються. Для людини – це всі поверхні з $t_0 > 36\text{--}37^\circ\text{C}$. *вплив ІЧ випромінювань на людину.* ІЧ випромінювання чинять на організм в основному тепловий вплив. Ефект дії ІЧ випромінювання залежить від довжини хвилі, що обумовлює глибину його проникнення.

ІЧ випромінювання впливає на функціональний стан центральної нервової системи, призводить до змін у серцево-судинній системі, частішає пульс і дихання, підвищується температура тіла, підсилюється потовиділення.

ІЧ випромінювання діють на слизову оболонку очей, кришталик і можуть спричинити до патологічної зміни в очах: помутніння рогівки і кришталика, кон'юнктивіт, опік сітківки та ін.

Нормування ІЧ випромінювань. Інтенсивність ІЧ випромінювання необхідно вимірювати на робочих місцях чи у робочій зоні поблизу джерела випромінювання. *Нормування ІЧ випромінювань здійснюється згідно зі санітарними нормами ДСН 3.3.6.042-99.*

Нормування ІЧ випромінювання здійснюється у трьох характерних областях А, В, та С (діапазон 760 нм – 540 мкм):

- область А (довжина хвилі від 760 нм до 1500 нм);
- область В (довжина хвилі від 1500 нм до 3000 нм);
- область С (довжина хвилі більше 3000 нм).

Згідно з діючими санітарними нормами допустима щільність потоку ІЧ випромінювань у виробничих приміщеннях не повинна перевищувати 350 Вт/м².

Гранично допустимі рівні (ГДР, Вт/м²) інфрачервоного випромінювання у цих діапазонах наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Гранично допустимі рівні (ГДР) ІЧ випромінювання

Характерна область ІЧ випромінювання	Довжина хвилі, нм	ГДР ІЧ випромінювання Вт/м ²
A	760-1500	100
B	1500-3000	120
C	3000-4500	150
C	>4500	120

Інтенсивність теплового опромінення працівників від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів та інсоляція від зашкленених загороджень не повинна перевищувати: 35 Вт/м² – якщо опромінені 50 та більше % поверхні тіла; 70 Вт/м² – якщо обсяг поверхні тіла, що опромінюється, від 25 до 50%; 100 Вт/м² – якщо опромінюються не більше 25% поверхні тіла працівника.

Захист від ІЧ випромінювань

Способи захисту від ІЧ випромінювань наступні: 1 – захист часом; 2 – захист відстанню; 3 – усунення джерела тепловиділень; 4 – теплоізоляція; 5 – екранування й охолодження гарячих поверхонь; 6 – індивідуальні засоби захисту.

Теплоізоляція та екранування є найефективнішими та найбільш економічними заходами щодо зменшення рівнів ІЧ випромінювання, запобігання опіків, скорочення витрат палива. Згідно з чинними СН температура нагрітих поверхонь устаткування та загороджень не повинна перевищувати 45 °С.

Для зниження температур робочих поверхонь конструкцій та устаткування застосовують внутрішню теплоізоляцію – *футеровку*.

Залежно від принципу дії теплозахисні засоби поділяють на:

- *теповідбивні* – металеві листи (сталь, алюміній, цинк, поліровані або покриті білою фарбою тощо), які можуть бути одинарні або подвійні; загартоване скло з плівковим покриттям; металізовані тканини; склотканини; плівковий матеріал та ін.;

- *тепопоглинальні* – сталеві і алюмінієві листи або коробки з теплоізоляцією з азбестового картону, шамотної цегли, повсті, вермикулітових плит та інших теплоізоляторів; загартоване силікатне органічне скло; сталева сітка (одинарна або подвійна із загартованим силікатним склом) тощо;

- *теповідвідні* – екрани водоохолоджувальні (з металевих листів або коробів з проточною водою), водяні завіси тощо;

- *комбіновані*.

Залежно від особливостей технологічних процесів застосовують прозорі та напівпрозорі екрани.

У разі неможливості забезпечити технічними засобами допустимі гігієнічні нормативи опромінення на робочих місцях використовують засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) – спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук.

Залежності від призначення використовують такі ЗІЗ:

- для постійної роботи в гарячих цехах – спецодяг (костюм чоловічий повстяний), а під час ремонту гарячих печей та агрегатів – автономна система індивідуального охолодження в комплекті з повстяним костюмом;
- під час аварійних робіт – тепловідбивний комплект з металізованої тканини;
- для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор та бризок розплавленого металу і контакту з нагрітими поверхнями – взуття шкіряне спеціальне для тих хто працює в гарячих цехах;
- для захисту рук від опіків – вачеги, рукавиці суконні, брезентові та комбіновані з надолонниками із шкіри;
- для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу – повстяний капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;
- для захисту очей та обличчя – щиток теплозахисний сталевара, з приладнаними до нього захисними окулярами із світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні козиркові з світлофільтрами.

Вибір теплозахисних засобів обумовлений інтенсивністю та спектральним складом випромінювання, а також умовами технологічного процесу.

Характеристика УФ випромінювань

Ультрафіолетове (УФ) випромінювання виникає під час роботи радіоламп, ртутних випрямлячів, під час обслуговування ртутно-кварцових ламп, під час зварювальних робіт.

Інтенсивність УФ випромінювання і його спектральний склад на робочому місці залежить від температури нагрівача, наявності газів (озону), пилу і відстані від робочого місця до джерела випромінювання. Пил, газ, дим поглинають УФ випромінювання і змінюють його спектральну характеристику.

Вплив УФ випромінювання на організм людини. УФ випромінювання діє як подразник на нервові закінчення шкіри, зумовлює зміни в організмі, викликає дерматити, екземи, набряклість. Можливе також утворення ракових пухлин. Разом з цим УФ випромінювання впливає на центральну нервову систему, в результаті виникають загально токсичні симптоми – головний біль, підвищення температури, стомленість, нервові порушення.

Нормування УФ випромінювання. Нормування ультрафіолетового випромінювання у виробничих приміщеннях здійснюють згідно з санітарними нормами.

Допустимі значення рівнів ультрафіолетового випромінювання у цих діапазонах наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Допустимі значення рівнів УФ випромінювання

Діапазон ультрафіолетового випромінювання, нм	Допустимі значення ГДР УФ випромінювання, Вт/м ²
200-280 (УФ-С)	0,001
280-315 (УФ-В)	0,01
315-400 (УФ-А)	10,0

Враховуючи той факт, що розповсюдження в повітрі УФ випромінювання в діапазоні довжин хвиль від 10 до 200 нм неможливе, за рахунок значного поглинання його киснем, **нормування УФ випромінювання здійснюється у трьох характерних областях А, В та С (діапазон 200 – 400 нм):**

- УФ-А (довгохвильове), з довжиною хвилі від 400 до 315 нм;
- УФ-В (середньохвильове), з довжиною хвилі від 315 до 280 нм;
- УФ-С (короткохвильове), з довжиною хвилі від 280 до 200 нм.

Захист від УФ випромінювань досягається:

- 1 – захистом відстанню;
- 2 – екрануванням робочих місць;
- 3 – засобами індивідуального захисту;
- 4 – спеціальним фарбуванням приміщень і раціональним розташуванням робочих місць.

Повний захист від УФ випромінювання всіх областей забезпечує флінтглас (скло, яке вміщує оксид свинцю).

У ролі ЗІЗ використовують спецодяг (куртки, брюки, рукавички, фартухи) із спеціальних тканин, що не пропускають УФ випромінювання (льняні, бавовняні, а також поплін); захисні окуляри та щитки із світлофільтрами. Для захисту рук застосовують мазі із вмістом речовин, що служать світлофільтрами (салол, саліцилово-метиловий ефір).

Стіни і ширми у цехах фарбують у світлі кольори (сірий, жовтий, блакитний), застосовуючи цинкове чи титанове білило для поглинання УФ випромінювань.

Біологічна дія, нормування та захист від лазерного випромінювання.

Принцип дії лазерного випромінювання заснований на використанні генерованого електромагнітного випромінювання, одержуваного від робочої речовини в результаті збудження її атомів енергією зовнішнього джерела.

Лазерне випромінювання сконцентровано у вузько спрямованому промені і має значну густину потужності, яка може досягати дуже великих значень за рахунок сумарної енергії безлічі когерентних променів від окремих атомів, що надходять в певну точку простору з однаковою фазою.

Нині лазерна техніка має дуже широке застосування. Зараз існує більше 200 галузей застосування лазерного устаткування. Їх використовують для визначення дистанції, у системах передавання інформації, на телебаченні, у спектроскопії, в електронній та обчислювальній техніці, для забезпечення термоядерних процесів,

у біології, медицині, у металообробці, металургії, в процесі оброблення твердих і надтвердих матеріалів, під час зварювальних робіт та ін.

Мала кутова розбіжність ЛВ дозволяє здійснити його фокусування на площах малих розмірів (порівняних з довжиною хвилі) і одержувати щільність потужності світлового потоку, достатню для інтенсивного розігрівання і випаровування матеріалів (густина потужності випромінювання досягає $10^{11} - 10^{14} \text{ Вт/см}^2$). Висока локальність нагрівання і відсутність механічних дій дозволяє використовувати лазери для збирання мікросхем (зварювання металевих виводів і напівпровідникових матеріалів).

Дія лазерного випромінювання на людину. ЛВ впливає на весь організм – шкіру, внутрішні органи, але особливо небезпечно для зору. Результат впливу ЛВ визначається як фізіологічними властивостями окремих тканин (відбивною і поглинальною здатністю, теплоємністю, акустичними і механічними властивостями), так і характеристиками ЛВ (енергія в імпульсі, щільність потужності, довжина хвилі, тривалість дії, площа опромінювання).

Біологічна дія лазерного випромінювання (ЛВ). *Під біологічною дією ЛВ розуміють сукупність структурних, функціональних та біохімічних змін, що виникають у живому організмі під впливом такого випромінювання.* ЛВ впливає на шкіру, внутрішні органи і особливо небезпечно для органів зору. Результат впливу ЛВ визначається як фізіологічними властивостями окремих тканин (відбивальною і поглинальною здатністю, теплоємністю, акустичними та механічними властивостями), так і характеристиками ЛВ (енергія в імпульсі, щільність потужності, довжина хвилі, тривалість дії, площа опромінювання).

У разі дії лазерного випромінювання на біологічні об'єкти розрізняють термічний та ударний ефекти.

Термічний (тепловий) ефект. Цей ефект схожий з тепловим опіком – відбувається омертвіння тканин. Для термічного ураження ЛВ характерні різкі границі уражених ділянок і можливість концентрації енергії ЛВ в глибоких шарах тканини. На характер ушкодження сильно впливає ступінь пігментації тканини, її мікроструктура і щільність. Максимальному ураженню піддаються тканини, що мають безбарвну речовину – меланін (пігмент шкіри), який має максимальне поглинання за довжини хвилі $\lambda_{\text{max}} = 0,5 - 0,55 \text{ мкм}$, тобто в діапазоні випромінювань найбільш розповсюджених ОКГ. Специфікою печінки та селезінки є те, що вони мають максимальне поглинання за $\lambda = 0,48$ та $0,51 \text{ мкм}$ – це характерні частоти аргонових оптично-когерентних генераторів (ОКГ) (синьо-зелене забарвлення). Для ОКГ із $\lambda = 0,48 - 10,6 \text{ мкм}$ гранична щільність лазерної енергії для біологічної тканини дорівнює 50 Дж/см^2 .

Залежність ступеня термічного ураження біологічної тканини від потужності випромінювання лазерів близька до лінійної.

Прояви теплової дії ЛВ: від опікових міхурів і випаровування поверхневих шарів тканини до ураження внутрішніх органів. Ступінь ураження поверхні тіла і, в першу чергу, органів зору залежить від того, сфокусоване чи несфокусоване лазерне випромінювання. Для внутрішніх органів фокусування ЛВ має менше

значення. Як правило, тепловий ефект ЛВ характерний для випадку використання ОКГ з безперервним режимом роботи.

Ударний ефект. Причиною багатьох видів ураження ЛВ є ударні хвилі.

Різке підвищення тиску призводить до виникнення ударної хвилі, яка поширюється з надзвуковою швидкістю і може викликати руйнування внутрішніх органів без будь-яких зовнішніх проявів. Взаємодія ЛВ з біологічною тканиною призводить до появи не тільки ударної хвилі, а також і ультразвукових хвиль, що можуть викликати кавітаційні процеси та руйнування тканин. Ударний ефект характерний для імпульсного режиму роботи ОКГ.

Вплив ЛВ невеликої інтенсивності призводить до різних функціональних зрушень у серцево-судинній системі, ендокринних залозах, центральній нервовій системі. З'являються симптоми підвищеної стомлюваності, великі стрибки артеріального тиску, головні болі тощо.

При локальній дії найбільшу небезпеку ЛВ становить для органів зору. Для $\lambda < 0,4$ мкм і $\lambda > 1,4$ мкм ЛВ найбільше впливає на рогівку очей і шкіру, а у значеннях $\lambda = 0,4 - 1,4$ мкм – на сітківку ока. Обумовлено це тим, що кришталік ока діє, як додаткова фокусувальна лінза, що підвищує концентрацію енергії на сітківці ока. Все це у 5 – 10 разів, знижує максимально припустимий рівень опромінювання для зіниці ока.

Нормування лазерного випромінювання. Нормування лазерного випромінювання здійснюється згідно зі санітарними нормами і правилами ДСТУ 3941-2000 Лазерна безпека. Терміни та визначення, ДСТУ EN 60825-1:2019 Безпека лазерних виробів та ДСТУ EN ISO 11553-1:2022 Безпечність обладнання. За нормативами для проектування лазерної техніки має діяти принцип відсутності впливу на людину прямого, дзеркального та дифузного випромінювання.

Під час визначення класу небезпеки лазерного випромінювання необхідно враховувати спектральний діапазон роботи лазера:

I – $180\text{нм} < \lambda < 380\text{ нм}$;

II – $380\text{нм} < \lambda < 1400\text{ нм}$;

III – $1400\text{нм} < \lambda < 10^5\text{ нм}$.

Нормованими параметрами ЛВ з точки зору небезпеки є енергія W (Дж) і потужність P (Вт) випромінювання, що пройшли обмежувальну апертуру діаметрами $d_a = 1,1$ мм (у спектральних діапазонах I і II) та $d_a = 7$ мм (у діапазоні III); енергетична експозиція H і інтенсивність опромінення E , усереднені по обмежувальній апертурі:

$$H = \frac{W}{S_a}; \quad E = \frac{P}{S_a};$$

де S_a — площа обмежувальної апертури.

Згідно з нормативами лазерне устаткування за ступенем небезпеки розділяють на 4 класи:

1 клас – повністю безпечні лазери, які не мають шкідливої дії на очі та шкіру;

2 клас – мають небезпеку для очей та шкіри у випадку дії прямим, тобто замкнутим у малому куті розповсюдження пучком; однак, дзеркальне або дифузне випромінювання таких лазерів безпечно для людини;

3 клас – це лазери, які діють у видимій межі спектра і є небезпечними як для очей (прямим і дзеркальним випромінюванням на відстані 10 см від відбивальної поверхні), так і шкіри (тільки прямий пучок);

4 клас – найбільш потужні лазери, які небезпечні у випадку дифузного випромінювання для очей і шкіри на відстані 10 см від дифузної відбивальної поверхні.

Гранично допустимі рівні лазерного випромінювання у діапазоні $1400 < \lambda \leq 10^5$ нм наведені у таблиці 2.6 для випадку прямого чи розсіяного ЛВ.

Таблиця 2.6

Гранично допустимі рівні у випадку однократного впливу на очі прямого лазерного випромінювання

Довжина хвилі λ , нм	Тривалість впливу t , с	$W_{ГДР}$, Дж
$380 < \lambda \leq 600$	$t \leq 2,3 \cdot 10^{-11}$	$\sqrt[3]{t^2}$
	$2,3 \cdot 10^{-11} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-8}$
	$5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$	$5 \cdot 10^{-5} \sqrt[3]{t^2}$
$600 < \lambda \leq 750$	$t \leq 6,5 \cdot 10^{-11}$	$\sqrt[3]{t^2}$
	$6,5 \cdot 10^{-11} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$
	$5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$	$1,2 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{t^2}$
$750 < \lambda \leq 1000$	$t \leq 2,5 \cdot 10^{-10}$	$\sqrt[3]{t^2}$
	$2,5 \cdot 10^{-10} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-7}$
	$5 \cdot 10^{-5} < t$	$3 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{t^2}$
$1000 < \lambda \leq 1400$	$t \leq 10^{-9}$	$\sqrt[3]{t^2}$
	$10^{-9} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$	10^{-6}
	$5 \cdot 10^{-5} < t$	$7,4 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{t^2}$

*Примітки:

1. Тривалість впливу менше 1 с
2. Діаметр обмежувальної апертури 7·10 м.

Таблиця 2.7

Гранично допустимі рівні у випадку однократного впливу на очі та шкіру прямого чи розсіяного лазерного випромінювання

Довжина хвилі λ , нм	Тривалість опромінення t , с	$H_{ГДР}$, Дж·м ² $E_{ГДР}$, Вт·м ²
$1400 < \lambda \leq 1800$	$5 \cdot 10^{-10} < t \leq 1$	$H_{ГДР} = 2 \cdot 10^4 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$1 < t \leq 10^2$	$E_{ГДР} = 2 \cdot 10^4 / \sqrt[5]{t}$
	$t > 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$
$1800 < \lambda \leq 2500$	$10^{-10} < t \leq 3$	$H_{ГДР} = 7 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$3 < t \leq 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 / \sqrt[5]{t}$
	$t > 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$
$250 < \lambda \leq 10^5$	$10^{-10} < t \leq 10^{-1}$	$H_{ГДР} = 2 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$10^{-1} < t \leq 1$	$H_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$1 < t \leq 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 / \sqrt[5]{t}$

	$t > 10^2$	$E_{\text{гдр}} = 5 \cdot 10^2$
--	------------	---------------------------------

**Примітка:*

Діаметр обмежувальної апертури $1,1 \cdot 10^{-3}$ м.

Іонізуючі випромінювання (ІВ)

Іонізуюче випромінювання – випромінювання, взаємодія якого з середовищем призводить до утворення в останньому електричних зарядів різних знаків, тобто до іонізації цього середовища. Основними характеристиками для джерел ІВ є: радіоактивність, час напіврозпаду, енергія випромінювань, глибина проникнення, іонізуюча здібність.

Радіоактивність (A) – самовільне перетворення (розпад) атомних ядер деяких хімічних елементів (урану, торію, радію та ін.), що приводить до зміни їхнього атомного номера і масового числа. У результаті радіоактивних перетворень виникають різні частки – α (альфа), β (бета), n (нейтрони), фотони – γ (гама), R (рентгенівські) та ін., які мають різні енергетичні параметри і здатність іонізувати середовище.

α -випромінювання – потік позитивно заряджених часток (ядер атомів гелію), що утворюються при розпаді ядер або при ядерних реакціях. Вони мають велику іонізуючу дію, але малу проникаючу здатність.

β -випромінювання – потік негативно заряджених часток (електронів) або позитивних (позитронів), що утворюються під час розпаду розпаді ядер або нестійких часток. Питомий пробіг β -часток у повітрі складає приблизно 3,8 м/МеВ. Іонізуюча здатність β -часток на два порядки нижче α -часток.

Нейтронне випромінювання – є потік електронейтральних часток ядра, які летять прямолінійно, а зіткнувшись з ядром або електроном викликають у них різні види випромінювань.

γ -випромінювання – короткохвильове електромагнітне випромінювання (фотонне випромінювання). Воно виникає коли змінюється енергетичний стан атомних ядер, а також у випадку ядерних перетворень.

Рентгенівське випромінювання – це також електромагнітне (фотонне) випромінювання, яке утворюється в процесі змін енергетичного стану електронних оболонок атома (зупинці або гальмуванні електронів великих швидкостей).

Гамма та рентгенівські випромінювання мають невелику іонізуючу дію, але дуже велику проникну здатність.

Біологічний вплив іонізуючих випромінювань

Вивчення дії випромінювання на організм людини визначило наступні особливості:

- дія ІВ на організм невідчутна людиною; у людей відсутній орган почуття, що сприймає іонізуючі випромінювання, тому людина може проковтнути чи вдихнути радіоактивну речовину без усяких первинних відчуттів;

- висока ефективність поглиненої енергії, мала кількість поглиненої енергії випромінювання може викликати глибокі біологічні зміни в організмі;

- дія малих доз може накопичуватися, цей ефект називається кумуляцією;
- вплив опромінювання може проявлятися безпосередньо на живому організмі як миттєве ураження (соматичний ефект), через деякий час як різноманітні захворювання (соматично-стохастичний ефект), а також на його потомстві (генетичний ефект);
- не кожен організм у цілому однаково реагує на опромінення.

Іонізуюче випромінювання, впливаючи на живий організм, викликає в ньому низку зворотних і незворотних змін, що призводять до тих чи інших біологічних наслідків залежно від виду, рівня опромінення, часу дії, властивостей організму та розміру поверхні, що опромінюється.

Первинним етапом – спусковим механізмом, що впливає на різноманітні процеси в біологічному об'єкті, є іонізація і порушення молекулярних зв'язків. У результаті дії ІВ порушується нормальне протікання біохімічних процесів та обміну речовин, блокується ділення клітин та процеси регенерації тканин. Відомо, що 2/3 загального складу тканини людини складають вода та вуглець. Вода під впливом випромінювання розщеплюється на іони водню H^+ і гідроксильної групи OH^- , що безпосередньо, або через ланцюг вторинних ланцюгових перетворень призводить до утворення продуктів з високою хімічною активністю: гідратного оксиду HO_2 та перекису водню H_2O_2 . Ці з'єднання активно взаємодіють з молекулами органічної речовини тканин, окисляючи та руйнуючи їх на клітинному рівні.

Залежно від величини поглиненої дози випромінювання та індивідуальних особливостей зміни в організмі людини під дією ІВ можуть бути зворотними або незворотними.

Важливим фактором впливу ІВ на організм є тривалість опромінення, оскільки можливі біологічні порушення значною мірою залежать від сумарної поглиненої дози випромінювання.

Ступінь ураження організму також значною мірою залежить від розміру поверхні, що опромінюється. Зі зменшенням її поверхні зменшується і біологічний ефект. Так, у разі опромінення фотонами ділянки тіла площею 6 см^2 за поглиненої дози 4 Гр помітного ураження організму не відбудеться, а у разі опромінення такою ж дозою всього тіла можливо близько 50 % смертельних випадків.

Радіоактивні речовини можуть потрапляти всередину організму в результаті вдихання повітря, забрудненого радіоактивними елементами, із забрудненою їжею чи водою, а також через шкіру чи відкриті рани. Найчастіше радіоактивні речовини потрапляють в організм через травний тракт внаслідок недотримання вимог безпеки.

Небезпека від дії радіоактивних речовин, що потрапляють тим чи іншим шляхом в організм людини зростає зі зростанням їхньої активності. Ступінь небезпеки залежить також від швидкості виведення цих речовин з організму людини, яка характеризується періодом напіввиведення $T_{\text{нв}}$ – це термін, за який активність нукліда в організмі зменшується у два рази (для калію-40 $T_{\text{нв}} = 58$ діб; цезію-137 $T_{\text{нв}} = 70$ діб; для стронцію – 90 $T_{\text{нв}} = 1,8-104$ діб).

Необхідно також враховувати той факт, що одні радіоактивні речовини, коли потрапляють в організм, розподіляються в ньому більш-менш рівномірно, а інші концентруються в окремих внутрішніх органах. Так, у кісткових тканинах відкладаються джерела α -випромінювання (радій-226, уран-238, плутоній-239) та β -випромінювання (стронцій-90, ітрій-91). Ці елементи, хімічно зв'язуються з кістковою тканиною і дуже важко виводяться з організму.

Тривалий час утримуються в організмі також елементи з великим атомним номером (полоній, уран та ін.). Елементи, що утворюють в організмі легкорозчинні солі, накопичуються в м'яких тканинах і відносно легко виводяться з організму. У м'язових тканинах накопичуються такі джерела β -випромінювання, як натрій-24 та цезій-137, а у щитоподібній залозі відбувається накопичування γ -випромінюючого елементу йод-131. Ефект накопичування радіоактивних елементів в окремих тканинах та органах людини обумовлює з часом розвиток в них патологічних змін, наприклад злоякісних пухлин.

Нормування іонізуючих випромінювань та захист від нього

Допустимі рівні ІВ регламентуються Нормами радіаційної безпеки України НРБУ-97/Д-2000 Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (ДГН 6.6.1. - 6.5.061-2000), які є основним документом, що встановлює радіаційно-гігієнічні регламенти для забезпечення прийнятих рівнів опромінення як для окремої людини, так і суспільства взагалі.

НРБУ-97 регламентує ситуації опромінення людини джерелами ІВ в умовах:

- нормальної експлуатації індустриальних джерел ІВ;
- медичної практики;
- радіаційних аварій;
- опромінення техногенно-підсиленими джерелами природного походження.

Згідно з цим нормативним документом опромінюванні особи поділяються на наступні категорії:

А – персонал – особи, котрі постійно або тимчасово безпосередньо працюють з джерелами ІВ;

Б – персонал – особи, що безпосередньо не зайняті роботою з джерелами ІВ, але у зв'язку з розміщенням робочих місць у приміщеннях і на промислових площадках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть одержувати додаткове опромінення;

В – все населення.

НРБУ-97 регламентують наступні величини: ліміт дози, допустимі рівні, контрольні рівні, рекомендовані рівні тощо. Для контролю за практичною діяльністю, а також з метою підтримання безпечного радіаційного стану навколишнього середовища найбільш вагомою регламентованою величиною є ліміт ефективної дози опромінення за рік (мЗв/рік). Також встановлюють ліміт річної еквівалентної дози зовнішнього опромінювання окремих органів і тканин (таблиця 2.8).

З метою зниження рівнів опромінювання населення Міністерство охорони здоров'я України запроваджує рекомендовані рівні медичного опромінювання.

Під час проведення профілактичного обстеження населення річна ефективна доза не повинна перевищувати 1 мЗв/рік. НРБУ-97 також регламентують ефективну питому активність природних радіонуклідів у будівельних матеріалах (за зваженою сумою активності радію-226, торію-232 і калію-40).

Наприклад, коли активність в будівельних матеріалах та мінеральній сировині нижче або дорівнює $370 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$, то вони можуть використовуватися для всіх видів будівництва без обмежень. Всередині приміщень з постійним перебуванням людей потужність поглиненої присутньої в повітрі дози γ -випромінювання не повинна перевищувати 30 мкР/рік.

Таблиця 2.8

Ліміти дози опромінювання (мЗв·рік⁻¹).

Ліміти доз опромінення	Категорія осіб, які зазнають опромінювання		
	А	Б	В
ЛД _Е (ліміт ефективної дози)	20*	2	1
Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінювання:			
ЛД _{lens} (для кристалика ока)	150	15	15
ЛД _{skin} (для шкіри)	500	50	50
ЛД _{extrim} (для кисті та ступні)	500	50	-

**В середньому за будь-які послідовні 5 років, але не більше 50 мЗв за окремий рік.*

Захист від ІВ може здійснюватись наступним шляхом:

- використання джерел з мінімальним випромінюванням методом зниження активності джерела випромінювання;
- скорочення часу роботи з джерелом ІВ;
- віддалення робочого місця від джерела ІВ;
- екранування джерела ІВ;
- екранування зони знаходження людини;
- застосування засобів індивідуального захисту людини;
- впровадження санітарно-гігієнічних та лікарсько-профілактичних заходів;
- впровадження організаційних заходів захисту робітників з відкритими та закритими джерелами ІВ.

Найбільш поширеним засобом захисту від ІВ є екрани. Екрани можуть бути пересувні або стаціонарні, призначені для поглинання або послаблення ІВ.

Альфа-частки екрануються шаром повітря товщиною декілька сантиметрів, шаром скла товщиною декілька міліметрів. Працюючих з α -активними ізотопами, як правило, необхідно також одночасно захищати і від β - та γ -випромінювань. З метою захисту від β -випромінювання використовуються матеріали з малою атомною масою, що зменшує рівень вторинного ІВ, яке можливе у разі гальмування β -частинок в електростатичному полі ядер атомів. Як правило, використовують комбіновані екрани, у котрих з боку джерела ІВ розташовується матеріал з малою атомною масою товщиною, що дорівнює довжині пробігу β -

частинок, а за ним – з великою атомною масою (для поглинання вторинного ІВ). З метою захисту від рентгенівського та γ -випромінювання застосовують матеріали з великою атомною масою та з високою питомою щільністю (свинець, вольфрам).

Для захисту від нейтронного випромінювання використовують матеріали, котрі містять водень та бор, а також парафін, берилій, графіт тощо. Враховуючи те, що нейтронні потоки супроводжуються γ -випромінюванням, слід використовувати комбінований захист у вигляді шаруватих екранів з важких та легких матеріалів (свинець-поліетилен та ін.).

Дієвим захисним засобом від ІВ є використання дистанційного керування, маніпуляторів, технічних комплексів з використанням роботів.

Залежно від характеру виконуваних робіт вибирають засоби індивідуального захисту: халати та шапочки з бавовняної тканини, захисні фартухи, гумові рукавиці, щитки, засоби захисту органів дихання (респіратори), комбінезони, пневмокостюми, гумові чоботи. Як приклад, нижче наведений зовнішній вигляд комплекту одягу для захисту від радіоактивного забруднення – ДСТУ ISO 8194-2001 (ISO 8194:1987, IDT) (рис. 2.16), та комплекту спецодягу для застосування на об'єктах атомної енергетики – ТУ У 35661375.015-99 та ТУ У 35661375.014-99 (рис. 2.17).

Особливі вимоги висувають до приміщень, в яких виконують роботи з джерелами ІВ. Ці приміщення необхідно розташовувати в окремих будівлях або в тих частинах, які мають окремий вхід із санітарними шлюзами. Біля входу обов'язково повинні бути встановлені знаки радіаційної небезпеки і вказані класи робіт, що виконуються в цих приміщеннях. Вхід у такі приміщення повинен бути суворо заборонений для сторонніх осіб.



Рис. 2.16. Комплект одягу для захисту від радіоактивного забруднення



Рис. 2.17. Комплект спецодягу для застосування на об'єктах атомної енергетики

Для захисту людини від дії ІВ використовують різноманітні речовини як штучного, так і природного походження, які здатні зв'язувати та виводити радіонукліди з організму людини (радіопротектори). До таких радіопротекторів належать: поліаміди, лимонна та щавлева кислоти, сірчаноокислий барій, сорбенти на основі фероціанідів та ін. Для зниження негативної дії радіонуклідів велике значення має режим харчування людини, а саме використання продуктів, які мають радіозахисні властивості. До них, наприклад, належать продукти, які містять значну кількість пектинів (чорна смородина, агрус, шипшина, сік журавлини, яблука тощо).

Дієвим чинником забезпечення радіаційної безпеки є дозиметричний контроль за рівнями опромінення персоналу та за рівнем радіації у виробничому середовищі.

Прилади радіаційного контролю розподіляють за призначенням на:

- дозиметричні прилади, які призначаються для вимірів потужності дози ІВ, наприклад, дозиметри «Рось», «РКС-104», «ДК-02» та ін.;
- радіометричні прилади, які дозволяють вимірювати поверхневі забруднення та питому активність радіонуклідів, наприклад, радіометри «Прип'ять», «Десна», «Бриз», «Белла», «Бета» та ін.
- спектрометричні прилади, які дозволяють визначити спектр (склад) радіонуклідів на забрудненому об'єкті.

РОЗДІЛ 3. ГІГІЄНІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ПРАЦІ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ, ПАСПОРТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВ ТА АТЕСТАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ

3.1. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Відповідно до чинного законодавства в галузі охорони праці для об'єктивного оцінювання умов праці в обов'язковому порядку проводиться паспортизація виробництв та атестація робочих місць. Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 01.09.1992 р. № 442 для проведення атестації робочих місць щодо їхньої відповідності санітарно-гігієнічним вимогам та встановлення пріоритету в проведенні оздоровчих заходів використовується «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 р. № 528. У разі підозри на існування у робітників професійного захворювання чи отруєння на кожного окремого працівника додатково складають Санітарно-гігієнічну характеристику умов праці, яка є одним з документів, з урахуванням якого в кожному конкретному випадку вирішується питання про зв'язок хронічного захворювання чи отруєння з впливом небезпечних та шкідливих виробничих факторів і трудового процесу. Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 13.12.2004 р. № 614.

Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу призначена для гігієнічної оцінки умов та характеру праці на робочих місцях з метою:

- контролю умов праці працівників на відповідність чинним санітарним правилам і нормам, гігієнічним нормативам та складання відповідного гігієнічного висновку;
- атестації робочих місць за умовами праці;
- встановлення пріоритетності в проведенні оздоровчих заходів;
- створення банку даних про умови праці на рівні підприємства, району, міста, регіону, країни;
- розроблення рекомендацій для профвідбору, профпридатності;
- санітарно-гігієнічної експертизи виробничих об'єктів;
- санітарно-гігієнічної паспортизації стану виробничих та сільськогосподарських підприємств;
- застосування заходів адміністративного впливу у разі виявлення санітарних правопорушень, а також для притягнення винуватців до дисциплінарної та карної відповідальності;

- вивчення зв'язку стану здоров'я працівника з умовами його праці (під час проведення епідеміологічних досліджень здоров'я, періодичних медичних оглядів);

- складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці;
- розслідування випадків професійних захворювань та отруєнь;
- встановлення рівнів професійного ризику для розробки профілактичних заходів та обґрунтування заходів соціального захисту працівників.

Гігієнічна класифікація праці базується на принципі диференціації умов праці залежно від фактично визначених рівнів небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу в порівнянні з санітарними нормами, правилами, гігієнічними нормативами, а також з урахуванням можливого їхнього шкідливого впливу на стан здоров'я працівників.

З урахуванням Гігієнічної класифікації визначають ступінь шкідливості умов праці, виконують оцінювання важкості та напруженості трудового процесу.

Ступінь шкідливості умов праці встановлюється за величиною перевищення граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин; класом та ступенем шкідливості чинників біологічного походження; залежно від величин перевищення чинних нормативів шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку; за показником мікроклімату, який отримав найвищий ступінь шкідливості з урахуванням категорії важкості праці за рівнем енергозатрат, або за інтегральним показником теплового навантаження середовища; за величиною перевищення граничнодопустимих рівнів електромагнітних полів та випромінювань; за параметрами радіаційного фактора відповідно до Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97/Д-2000); за показниками природного та штучного освітлення; за величиною недотримання необхідної кількості іонів повітря і показника їхньої полярності.

Для всіх зазначених чинників крім радіаційного фактору ступінь шкідливості визначається залежно від величини невідповідності фактичного значення чинника його нормативному значенню.

При роботі з джерелами іонізуючих випромінювань необхідно здійснювати контроль та оцінку радіаційного фактора відповідно до Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97). За умови дотримання контрольних рівнів умови праці на такому робочому місці оцінюють як допустимі. У разі їхнього перевищення оцінка шкідливості та небезпечності за радіаційним фактором (до виходу спеціального документа) здійснюється органами Держсанепідемнагляду.

Оцінку важкості трудового процесу здійснюється на підставі обліку фізичного динамічного навантаження, маси вантажу, що піднімається і переміщується, загального числа стереотипних робочих рухів, величини статичного навантаження, робочої пози, ступеня нахилу корпусу, переміщень в просторі.

Оцінка напруженості трудового процесу здійснюють на підставі обліку факторів, що характеризують напруженість праці, а саме: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Згідно з вимогами гігієнічної класифікації праці, робота в умовах перевищення гігієнічних нормативів може бути дозволена тільки за умови застосування засобів колективного та індивідуального захисту і скорочення часу дії шкідливих виробничих факторів (захист часом).

Робота в небезпечних (екстремальних) умовах праці (4 клас) не дозволяється, за винятком ліквідації аварій та проведення екстрених робіт для попередження аварійних ситуацій, але лише за умови виконання цієї роботи у відповідних засобах індивідуального захисту та регламентованих режимах виконання робіт.

Оскільки умови праці визначають ступінь захворюваності працівників як професійної, так і виробничо зумовленої, то контроль показників захворюваності також може відігравати важливу роль у поліпшенні умов праці.

Гігієнічна класифікація праці використовується для:

- установ, що здійснюють контроль за дотриманням санітарних норм і правил, гігієнічних нормативів на робочих місцях, а також проводять оцінку умов праці під час атестації робочих місць (установи санепіднагляду, організації, що акредитовані та атестовані на право вимірювання і оцінки факторів виробничого середовища і трудового процесу);

- установ, що здійснюють медичне обслуговування працівників (медико-санітарні частини, центри профпатології, центри медицини праці, поліклініки та ін.);

- роботодавців усіх організаційно-правових форм власності;

- працівників (з метою отримання повної інформації про умови праці на своїх робочих місцях як під час влаштування на роботу, так і в процесі трудової діяльності);

- органів соціального і медичного страхування у тих випадках, коли тарифи відрахувань залежать від ступеня шкідливості та небезпечності умов праці і завданої шкоди здоров'ю.

Класифікація умов праці.

На основі принципів Гігієнічної класифікації, умови праці діляться на 4 класи: оптимальні, допустимі, шкідливі та небезпечні (екстремальні).

1 клас — оптимальні умови праці – такі умови, за яких зберігається не лише здоров'я працівників, а й створені передумови для підтримання високого рівня працездатності. Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно беруть такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, що вважають як безпечні для населення.

2 клас — допустимі умови праці – характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів, 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 працівників та їхніх нащадків в наступному і майбутніх поколіннях.

3 клас — шкідливі умови праці — характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працівників та/або його нащадків.

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працівників ділять 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 з 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 шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

Гігієнічні критерії оцінювання умов праці під час дії хімічних факторів.

Під час дії хімічного фактора ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюють за максимальними концентраціями шкідливих речовин, а також за середньозмінними концентраціями шкідливих речовин (за наявності ГДК_{с.з.} та відповідній тривалості робочої зміни) відповідно до даних таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації та довідкових додатків до неї.

Дані таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації – «Класи умов праці залежно від вмісту у повітрі робочої зони шкідливих речовин хімічного походження» приведені нижче в таблиці 3.1.

У разі одночасної наявності в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії на основі розрахунку суми відношень фактичних концентрацій кожної з них до їх ГДК. Якщо сума не перевищує одиницю, то умови праці відповідають допустимим:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \frac{C_3}{ГДК_3} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1,$$

де $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ – концентрації відповідних шкідливих речовин у повітрі, мг/м³;

$ГДК_1, ГДК_2 \dots ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м³.

Таблиця.3.1

Класи умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони шкідливих речовин хімічного походження (перевищення ГДК, разів)

Шкідливі речовини	Клас умов праці					
	допустимий	шкідливий				небезпечний
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Шкідливі речовини 1–2 класів небезпечності,* за винятком перерахованих нижче	≤ГДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	10,1-20,0	>20
Шкідливі речовини 3–4 класів небезпечності,* за винятком перерахованих нижче	≤ГДК	1,1-3,0	3,1-10,0	>10		
Речовини, здатні спричинити гостре отруєння (з гостроспрямованим механізмом дії) або мають подразнювальні властивості**	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	>10 (х)
Канцерогени***	≤ГДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	>10	
Алергени****	≤ГДК		1,1-3,0	3,1-10,0	>10	
Речовини переважно фіброгенної дії*****	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	>10	
Протипухлинні лікарські засоби, гормони (естрогени)*****					+	
Наркотичні анальгетики			+			

Оцінювання умов праці за наявності в повітрі робочої зони двох та більше шкідливих речовин різноспрямованої дії здійснюють наступним чином.

За одночасної дії двох та більше шкідливих речовин різноспрямованої дії кожен речовину оцінюють як окремий фактор, водночас:

- присутність у повітрі робочої зони будь-якої кількості речовин, рівні впливу яких дорівнюють ступеню 3.1, не підвищують загальної шкідливості умов праці;

- три речовини та більше з рівнями впливу, що відповідають ступеню 3.2, переводять умови праці до ступеня 3.3;

- дві речовини та більше з рівнями впливу, що відповідають ступеню 3.3, підвищують ступінь шкідливості до ступеня 3.4;

- за одночасної дії двох та більшої кількості шкідливих речовин у рівнях, що відповідають ступеню 3.4, умови праці до 4 класу не переводяться.

Класифікування умов праці до 4 класу може бути здійснене виключно за присутності в повітрі робочої зони шкідливих речовин 1 – 2 класів небезпечності та речовин, здатних викликати гостре отруєння, або таких, які мають подразнювальні властивості, у концентраціях, що відповідають класу 4.

У разі послідовної дії двох та більше шкідливих речовин різноспрямованої дії умови праці оцінюють за речовиною, концентрація якої відповідає найвищому класу та ступеню шкідливості. При цьому тривалість впливу цієї речовини у концентрації, яка перевищує ГДК_{р.з.м.р.}, повинна становити не менш ніж 1 годину (для речовин переважно фіброгенної дії – не менше 2 годин) за 8-годину робочу зміну за умов загального сумарного часу дії усіх речовин не менш ніж 50% тривалості робочої зміни. *Якщо одна речовина має декілька специфічних ефектів* (канцерогенний, алергенний, фіброгенний, гостроспрямований механізм дії тощо) оцінювання умов праці виконують за тим з них, який відповідає вищому ступеню та класу шкідливості.

Під час роботи з речовинами, що можуть потрапляти в організм людини через шкіру, і мають відповідний гігієнічний норматив – гранично допустимий рівень (ГДР), клас умов праці встановлюють відповідно до таблиці 4.11.1 Гігієнічна класифікація за рядком «Шкідливі речовини 3 – 4 класів небезпечності». Для шкідливих речовин 1 класу небезпечності використовують рядок «Протипухлинні лікарські засоби, гормони (естрогени)».

Гігієнічні критерії оцінювання умов праці у випадках дії факторів біологічного походження

У випадку дії факторів біологічного походження ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюють відповідно до даних таблиці 4.11.2 гігієнічної класифікації. Дані таблиці 4.11.2 Гігієнічна класифікація – «Класи умов праці залежно від вмісту у повітрі робочої зони шкідливих речовин біологічного походження» наведені нижче у таблиці 3.2.

Таблиця.3.2

Класи умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони шкідливих речовин біологічного походження (перевищення ГДК, разів)

Шкідливі речовини	Клас умов праці					
	допустимий	шкідливий				небезпечний
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Мікроорганізми-продуценти, препарати,	≤ГДК	1,1-	3,1-	>10		

що містять живі клітини та спори мікроорганізмів*			3,0	10,0			
Патогенні мікроорганізми**	Особливо небезпечні інфекції						+
	Збудники інших інфекційних захворювань				+		

Гігієнічні критерії оцінювання умов праці у випадку дії віброакустичних факторів

У випадку дії на працівників віброакустичних факторів (шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку) ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюють залежно від величин перевищення чинних нормативів відповідно до даних таблиці 4.11.3 Гігієнічна класифікація. Дані таблиці 4.11.3

Гігієнічної класифікації – «Класи умов праці залежно від рівня шуму, вібрації, інфразвуку та ультразвуку на робочому місці» наведені нижче у таблиці 3.3.

Ступінь шкідливості та небезпечності умов праці у випадку дії віброакустичних факторів встановлюють з урахуванням їх часових та якісних характеристик (постійний, непостійний шум, загальна та локальна вібрація, інфразвук, повітряний та контактний ультразвук).

Визначення класу умов праці при дії виробничого шуму.

Контроль за рівнями шуму та його оцінювання здійснюється згідно з Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99) та ДСТУ 2867-94.

Таблиця 3.3

Класи умов праці залежно від рівня шуму, вібрації, інфразвуку та ультразвуку на робочому місці

Назва фактора, показник, одиниця виміру	Класи умов праці					
	допустимий	шкідливий				небезпечний
		3.1	3.2	3.3	3.4	4
Шум: рівень звуку, дБА; еквівалентний рівень звуку, дБА _{екв}	≤ГДК*	до 85	86-95	96-105	106-115	>115
Рівень звукового тиску у будь-якій октавній смузі, дБ						>135**
Вібрація локальна: еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБ _{екв}	≤ГДК***	до 115	116-118	119-121	122-124	>124
Вібрація загальна: еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБ _{екв} вісь-Z ₃ , вісь-X ₃ , Y ₃	≤ГДК***	до 113	114-119	120-125	126-131	>131
	≤ГДК***	до 122	123-128	129-134	135-140	>140

Гігієнічне оцінювання умов праці під час впливу на працівників постійного шуму здійснюють за результатами вимірів рівня звуку в «дБА» за шкалою «А» вимірювача шуму на часовій характеристиці «повільно».

Оцінювання умов праці під час впливу на працівників непостійного шуму здійснюють за результатами вимірів еквівалентного рівня звуку інтегруючим вимірювачем шуму.

У разі його відсутності, еквівалентний рівень звуку розраховують відповідно до додатків 2 та 3 ДСН 3.3.6.037-99.

У випадку дії протягом зміни на працівників шумів з різними часовими (постійного, непостійного, переривчастого, імпульсного тощо) та спектральними (широкосмуговий, тональний тощо) характеристиками і комбінацій таких шумів, вимірюють або розраховують еквівалентні рівні звуку.

Виміряні або розраховані еквівалентні рівні звуку імпульсного і тонального шумів потрібно збільшувати на 5 дБА, після чого одержаний результат можна порівнювати із ГДР без внесення в нього поправки, яка встановлена ДСН 3.3.6.037-99 (п. 5.2).

Визначення класу умов праці у випадку дії виробничої вібрації. Гігієнічне оцінювання умов праці у випадку дії на працівників постійної вібрації (загальної, локальної) здійснюють згідно з Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації (ДСН 3.3.6.039-99) методом інтегрального оцінювання за частотою параметра, що нормується (віброшвидкість, віброприскорення).

При цьому вимірюють або розраховують коректований рівень в дБ відповідно до додатка 9 ДСН 3.3.6.39-99.

Оцінювання умов праці у разі дії на працівників непостійної вібрації (загальної, локальної) здійснюють згідно з ДСН 3.3.6.039-99 методом інтегрального оцінювання за еквівалентним (за енергією) рівнем параметра, що нормується (віброшвидкість, віброприскорення).

При цьому вимірюють або розраховують коректований рівень в дБ відповідно до додатка 10 ДСН 3.3.6.39-99.

Оцінювання умов праці у випадку дії на працівників імпульсної вібрації здійснюють залежно від величини вібраційного впливу на підставі підрахунку кількості вібраційних імпульсів за зміну за пікового рівня віброприскорення від 120 до 160 дБ залежно від тривалості імпульсу відповідно до додатку 12 ДСН 3.3.6.39-99.

У разі комбінованої дії вібрації різних видів (локальна, загальна, імпульсна) загальне оцінювання умов праці виконують за найвищим класом та ступенем шкідливості фактора.

Визначення класу умов праці у випадку дії інфразвуку.

Контроль за рівнями інфразвуку та його оцінювання здійснюють згідно з Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99).

Гігієнічне оцінювання умов праці у разі дії на працівників постійного інфразвуку здійснюють за результатами вимірів загального рівня звукового тиску

за шкалою «лінійна» в дБ_{лін} (за умови, що різниця між рівнями, які виміряні за шкалою «лінійна» та «А» на характеристиці шумоміра «повільно», становить не менш ніж 10 дБ). Оцінювання умов праці у випадку дії на працівників непостійного інфразвуку здійснюють за результатами виміру або розрахунку еквівалентного (за енергією) загального рівня звукового тиску в дБ_{лін} – екв. відповідно до додатків 2 та 3 ДСН 3.3.6.037-99.

Визначення класу умов праці у разі дії ультразвуку.

Контроль за рівнями ультразвуку та його оцінювання здійснюють згідно з Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99).

Гігієнічне оцінювання умов праці у випадку дії на працівників повітряного ультразвуку (з частотами коливань в діапазоні від 12,5 до 100 кГц) здійснюють за результатами вимірів рівня звукового тиску в дБ у нормованих смугах із середньо геометричними частотами, що охоплюють робочу частоту джерела ультразвукового випромінювання. Оцінювання умов праці у разі дії на працівників контактного ультразвуку здійснюють за результатами вимірів пікового значення рівня віброшвидкості в дБ на робочій частоті джерела ультразвукових коливань.

При одночасній дії контактної і повітряної ультразвуку ГДР контактної ультразвуку слід приймати на 5 дБ нижче вказаного в ДСН 3.3.6.037-99.

Гігієнічні критерії оцінювання умов праці за показниками мікроклімату

Належність умов праці до того або іншого класу шкідливості та небезпечності за показниками мікроклімату здійснюють відповідно до даних таблиць 4.11.4.1 – 4.11.4.4 гігієнічної класифікації за показником, який отримав найвищий ступінь шкідливості з урахуванням категорії важкості праці за рівнем енерговитрат та згідно з наказом МОЗ від 14.07.2020 № 1596 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони» та результатами досліджень важкості праці.

Дані таблиці 4.11.4.1– «Класи умов праці за окремими показниками мікроклімату для виробничих приміщень та відкритих територій у теплу пору року», які містяться у Гігієнічній класифікації, наведені нижче відповідно у таблиці 3.4.

Таблиця.3.4

Класи умов праці за окремими показниками мікроклімату для виробничих приміщень та відкритих територій у теплу пору року

Показники мікроклімату			Класи умов праці						
			Оптим альний	Допусти мий	Шкідливий (перевищення шкідливого рівня)*				Небезп ечний
					1	2	3.1	3.2	
Температур а повітря, °С	Катего рія робіт	Загальні енерговит рати, Дж	згідно ДСН						
	1а	до 139		> на 0,1- 3 °С	> на 3,1- 6 °С	> на 6,1- 9 °С	> на 9,1- 12°С	-	
	1б	140-174							
	2а	175-232		> на 0,1-	> на 3,1-	> на 6,1-	> на 9,1-	-	

				3 °C	6 °C	9 °C	12°C	
	26	233-290		> на 0,1-3 °C	> на 3,1-6 °C	> на 6,1-9 °C	> на 9,1-12°C	-
	3	>290		> на 0,1-3 °C	> на 3,1-6 °C	> на 6,1-9 °C	> на 9,1-12°C	-
Швидкість руху повітря, м/с			згідно ДСН	до 3 разів	>3 разів			-
Відносна вологість повітря, %				до 25	>25			-
Теплове випромінювання, Вт/м²				141-150	150-200	200-250	250-350	>350

**Вище (>) максимально допустимих значень за категорією робіт.*

Для оцінювання мікроклімату використовують або результати вимірювань його складових згідно з Державними санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99), або інтегральний показник теплового навантаження середовища (ТНС-індекс, якщо існує теплове опромінення не вище 1000 Вт/м² для виробничих приміщень незалежно від пори року та відкритих територій у теплу пору року).

ТНС-індекс (індекс теплового навантаження середовища) – це емпіричний інтегральний показник (виражений у °C), який відтворює поєднаний вплив температури, вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання на теплообмін людини з навколишнім середовищем.

Згідно з Гігієнічною класифікацією за своєю дією мікроклімат поділяють на нагрівальний та охолоджувальний.

Нагрівальний мікроклімат – поєднання параметрів мікроклімату (температури повітря, вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання), за якого спостерігається порушення теплообміну людини з навколишнім середовищем, виражене накопиченням тепла в організмі людини вище верхньої межі оптимальної величини (>0,87 кДж/кг) та (або) збільшенням частки втрати тепла випаровуванням поту (>30%) в загальній структурі теплового балансу, появою загальних або локальних дискомфортних тепловідчуттів (трохи тепло, спекотно).

Якщо теплове опромінення вище 100,0 Вт/м², потрібно використовувати засоби індивідуального захисту, також обличчя та очей.

Охолоджувальний мікроклімат – поєднання параметрів мікроклімату, за якого відбувається зміна теплообміну організму, що призводить до появи загального або локального дефіциту тепла в організмі (<0,87 кДж/кг) в результаті зниження температури «ядра» та (або) «оболонки» тіла (температура «ядра» і «оболонки» тіла відповідно температура глибоких та поверхневих шарів тканин організму).

За погодженням з територіальними органами санепіднагляду клас умов праці у випадку роботи в приміщеннях з охолоджувальним мікрокліматом (в неопалюваних приміщеннях, в спеціально охолоджувальних за технологічними вимогами, на відкритому просторі) може бути зниженим (але не нижче класу 3.1) за умови забезпечення одягом з відповідною теплоізоляцією і з відповідним режимом праці та відпочинку.

Одночасно з використанням спецодягу необхідно дотримуватись потрібної регламентації часу роботи в несприятливому середовищі, а також загального

режиму праці, затвердженого відповідним підприємством і територіальним закладом санепіднагляду.

Якщо протягом зміни виробнича діяльність працівника здійснюється в різних умовах мікроклімату, необхідно окремо їх оцінити, а потім розрахувати середньозважений в часі клас та ступінь шкідливості.

Для тих видів робіт, для яких регламентовано оптимальний мікроклімат, клас шкідливості визначається відносно оптимальних параметрів.

Гігієнічні критерії оцінювання умов праці у разі дії неіонізуючих електромагнітних полів і випромінювань

Належність умов праці до того або іншого класу шкідливості та небезпечності у разі дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань визначається відповідно до даних таблиці 4.11.5.1 Гігієнічної класифікації, і окремо для електромагнітних випромінювань оптичного діапазону (лазерного та ультрафіолетового) відповідно до даних таблиці 4.11.5.2 Гігієнічної класифікації.

Дані таблиці 4.11.5.1 – «Класи умов праці у випадку дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань» та таблиці 4.11.5.2 – «Класи умов праці у разі дії електромагнітних випромінювань оптичного діапазону (лазерне випромінювання – ЛВ, ультрафіолетове випромінювання - УФВ)», які наведені у Гігієнічній класифікації, наведені нижче відповідно у таблицях 3.5 та 3.6.

Таблиця. 3.5

Класи умов праці у випадку дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань (перевищення ГДР, разів)

Фактор виробничого середовища	Клас умов праці					
	Допустимий	Шкідливий *				Небезпечний*
		3.1	3.2	3.3	3.4	
	2					4
Постійне магнітне поле *3	≤ ГДР	≤5	≤10	≤50	≥100	
Електростатичне поле *2	≤ ГДР *1	≤3	≤5	≤10	>10	
Електричні поля промислової частоти (50 Гц) *4	≤ ГДР *1	≤3	≤5	≤10	>10	>40
Магнітні поля промислової частоти (50 Гц) *5	≤ ГДР	≤5	≤10	≤50	>50	
Електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону *6:						
0,01 – 0,03 МГц	≤ ГДР	≤3	≤5	≤10	>10	
0,03 – 3,0 МГц	≤ ГДР	≤3	≤5	≤10	>10	
3,0 – 30,0 МГц	≤ ГДР	≤3	≤5	≤10	>10	
30,0 – 300,0 МГц	≤ ГДР	≤3	≤5	≤10	>10	
300,0 МГц – 300 ГГц	≤ ГДР	≤3	≤5	≤10	>10	

**Перевищення ГДР у разі:*

1 – значення, з якими порівнюються вимірювані на робочих місцях величини ЕМП, визначаються залежно від тривалості дії факторів протягом робочого дня.

2 – Згідно з ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.

3 – Згідно з «Гранично допустимими рівнями впливів постійних магнітних полів при роботі з магнітними приладами та матеріалами» ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.

4 – Згідно з «Санітарними нормами і правилами виконання робіт в умовах впливу електричних полів промислової частоти (50 Гц)» ДНАОП 0.03-3.21-91.

5 – Згідно з «Гранично допустимими рівнями магнітних полів частотою 50 Гц» ДНАОП 0.03-3.13-85,

Таблиця 3.6

Класи умов праці у разі дії електромагнітних випромінювань оптичного діапазону (лазерне випромінювання – ЛВ, ультрафіолетове випромінювання – УФВ)

Фактор виробничого середовища		Класи умов праці					
		Допустимий	Шкідливий				Небезпечний
			3.1	3.2	3.3	3.4	
ЛВ*		$\leq \text{ГДР1}$ (ГДР2)	$\geq \text{ГДР1}$ (ГДР2)	< 10 ГДР1 (ГДР2)	$< 10^2$ ГДР1 (ГДР2)	$< 10^3$ ГДР1 (ГДР2)	$> 10^3$ ГДР1 (ГДР2)
УФВ	При наявності виробничих джерел УФ-А, УФ-В, УФ-С, Вт/м ²	ДЮ**	$> \text{ДЮ}^{**}$				
	При наявності джерел УФ –В профілактичного призначення УФ-А, Вт/м ² ***	9-45	< 9				

Умови праці у разі дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань відповідають 3 класу шкідливості, якщо перевищені на робочих місцях ГДР, що встановлені для відповідного часу дії з врахуванням значень енергетичних експозицій (навантажень) в тих діапазонах частот, де вони нормуються, і 4 класу – у випадку перевищення максимальних ГДР для короткочасної дії (час вказаний у додатку до таблиці 4.11.5.1 Гігієнічної класифікації).

У випадку одночасної дії на працівників неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань, що створюються декількома джерелами, які працюють в різних нормованих частотних діапазонах, клас умов праці на робочому місці встановлюється за фактором, що має найбільший ступінь шкідливості. При цьому,

якщо виявлено перевищення ГДР у двох і більше нормованих частотних діапазонах, то ступінь шкідливості збільшується на одну одиницю.

Гігієнічні критерії оцінювання умов праці за фактором освітленості.

Оцінювання умов праці за фактором «Освітленість» здійснюється за показниками природного та штучного освітлення, що наведені в таблиці 4.11.6 гігієнічної класифікації (табл. 3.7).

*У разі відсутності в приміщенні природного освітлення та засобів компенсації ультрафіолетової недостатності умови праці за показником «Природне освітлення» встановлюють **клас 3.2**.*

*Наявність засобів щодо компенсації ультрафіолетової недостатності (встановлення джерел профілактичного ультрафіолетового опромінення) за умови забезпечення ними нормативних вимог до необхідних рівнів ультрафіолетового опромінення переводить умови праці за показником «Природне освітлення» до **класу 3.1**.*

*У випадках використання системи комбінованого освітлення, коли сумарна освітленість не нижче нормованого рівня, а рівень освітленості від системи загального освітлення нижчий за нормований рівень (нижче 10% від сумарної освітленості), умови праці за показником «Штучне освітлення» встановлюють **клас 3.1**.*

Показники сліпучої дії відбитої блискості визначаються у випадку роботі з об'єктами розрізнення та робочими поверхнями, які мають направлене, направлено-розсіяне та змішане відбиття (робота з екраном дисплея, метали, пластмаси, скло, глянцевий папір тощо).

*Контроль сліпучої дії відбитої блискості проводять суб'єктивно. Якщо вона існує, а також у випадку погіршення видимості об'єктів розрізнення та скаргах працівників на зоровий дискомфорт умови праці за цим показником встановлюють **клас 3.1**.*

*У випадку робіт, що пов'язані з необхідністю фіксації зору на сліпучих об'єктах розрізнення (екрани дисплеїв) протягом 6 годин, умови праці за цим показником встановлюють **клас 3.1**, а протягом 8 годин – **клас 3.2**.*

Контроль показника «Нерівномірність розподілу освітлення» проводять для робочих місць, що обладнані відеотерміналами (ВДТ) загального та спеціального призначення згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98, який передбачає визначення контрасту освітленості між робочими поверхнями (стіл, документи), а також між робочим поверхнями і поверхнями стін та обладнання.

Після присвоєння класів за окремими показниками штучного освітлення (показника відповідності системи освітлення, показників освітленості, сліпучої дії відбитої блискості, нерівномірності розподілу освітленості) виконують заключне оцінювання умов праці за фактором «Штучне освітлення» шляхом вибору показника, віднесеного до найвищого ступеня шкідливості.

Таблиця. 3.7

Класи умов праці залежно від параметрів світлового середовища
виробничих приміщень

Фактор виробничого середовища	Показник		Клас умов праці				
			Допустимий	Шкідливий			
			2	3.1	3.2	3.3	3.4
Природне освітлення	Коефіцієнт природного освітлення (КПО,%)		$\geq 0,6^*$	0,1- 0,6	$< 0,1^{**}$		
Штучне освітлення	Освітленість робочої поверхні (Е,лк) для розрядів зорової роботи	I-IV, VII	E_n^{***}	$0,5E_n - < E_n$	$< 0,5 E_n$		
		V-VI, VIII	E_n^{***}	$< E_n$			
	Показник освітленості (Р, відн.од)		P_n^{***}	$> P_n$			
	Пряма блискість, (час безперервної роботи)		≤ 4 год.	> 6 год.	> 8 год.		
	Відбита блискість		Відсутність	Наявність			
	Яскравість (L, кд/кв.м)		L_n^{***}	$> L_n^{***}$			
	Нерівномірність розподілу освітленості (Е, лк)		$E_{нер.н.}^{***}$	$> E_{нер.н.}^{***}$			

* Згідно з ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.

** При наявності засобів для компенсації ультрафіолетової недостатності – клас 3.1.

*** Нормативні значення: освітленості – E_n , нерівномірності розподілу освітленості – $E_{нер.н.}$, показника освітленості – P_n , яскравості – L_n згідно з ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.

Загальне оцінювання умов праці за показниками світлового середовища здійснюють на підставі оцінок показників з природного та штучного освітлення шляхом вибору з них найвищого ступеня шкідливості.

Гігієнічні критерії оцінювання умов праці залежно від важкості та напруженості трудового процесу.

Гігієнічне оцінювання умов праці залежно від важкості та напруженості трудового процесу здійснюють відповідно до даних, наведених в таблиці 4.11.7 («Класи умов праці та показниками важкості трудового процесу») та таблиці 4.11.8 («Класи умов праці та показниками напруженості трудового процесу») Гігієнічної класифікації.

Оцінювання важкості праці виконують на підставі обліку всіх наведених в таблиці 4.11.7 Гігієнічної класифікації показників:

- фізичне динамічне навантаження;
- маса вантажу, що підіймається та переміщується вручну;
- кількість за зміну стереотипних робочих рухів;
- статичне навантаження;
- робоча поза;
- кількість за зміну вимушених нахилів корпусу;
- переміщення у просторі, обумовлені технологічним процесом тощо.

При цьому спочатку встановлюють клас кожного із вимірюваних показників, а кінцева оцінка важкості праці встановлюється за показником, який має найвищий ступінь важкості. За наявності двох і більше показників класу 3.1 та 3.2 умови праці за важкістю трудового процесу оцінюють на один ступінь вище (клас 3.2 та 3.3 відповідно). За цим критерієм найвищий ступінь важкості – клас 3.3.

Оцінювання напруженості праці здійснюється на підставі обліку всіх існуючих значущих показників, які можуть перевищувати нормативні рівні згідно з таблицею 4.11.8 Гігієнічної класифікації:

- інтелектуальні навантаження;
- сенсорні навантаження;
- емоційне навантаження;
- монотонність навантажень;
- режим праці.

Спочатку встановлюють клас кожного з показників, що визначились, а кінцева оцінка напруженості праці встановлюється, як і в попередньому випадку, за показником, який має найвищий ступінь напруженості праці.

У тих випадках, коли більше 6-ти показників мають клас 3.1 та 3.2, напруженості трудового процесу оцінюється на один ступінь вище, тобто клас 3.2 та 3.3 відповідно.

Гігієнічні критерії оцінювання умов праці у випадку іонізування повітря робочої зони

Гігієнічне оцінювання умов праці у разі аероіонізуванні повітря робочої зони здійснюється відповідно до даних, наведених в таблиці 4.11.9 «Класи умов праці за наявності змін аероіонного складу повітря» Гігієнічної класифікації.

Дані таблиці 4.11.9 Гігієнічної класифікації наведені нижче у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Класи умов праці за наявності змін аероіонного складу повітря*

Фактор виробничого середовища – легкі аероіони	Класи умов праці						
	Оптимальний	Допустимий		Шкідливий			
	1	2 мін необ- хідний	2 мах допус- тимий	3.1	3.2	3.3	3.4
позитивні (п+)	1500-3000	400	50000	<400 >50000			
негативні (п-)	3000-5000	600	50000	<600 >50000			

* «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізування повітря виробничих і громадських приміщень».

Вимірювання рівня аероіонізації повітря виконують у виробничих приміщеннях, повітряне середовище яких підлягає спеціальній очистці, що задається технологічним регламентом, а саме:

- в приміщеннях, де є джерела іонізації повітря (УФ-випромінювачі);
- на робочих місцях користувачів ВДТ;
- на робочих місцях підстанцій і ВЛ постійного струму високої напруги.

Загальна гігієнічне оцінювання умов праці

У випадку, якщо на робочому місці фактичні значення рівнів шкідливих факторів знаходяться в межах оптимальних або допустимих рівнів, умови праці на цьому робочому місці відповідають гігієнічним вимогам і належать відповідно до 1 або 2 класу. Якщо рівень хоча б одного шкідливого фактора перевищує допустиму величину, то умови праці на такому робочому місці, залежно від величини перевищення та відповідно до діючих гігієнічних критеріїв як за окремим фактором, так і за їхньою поєднаною дією, можуть бути встановлені 1-4 ступені 3 класу або 4 класу, тобто як шкідливі (3 клас) або небезпечні (4 клас) умови праці.

У разі дії шкідливих виробничих факторів належність умов праці до відповідного класу визначають з урахуванням часу їхньої дії протягом зміни. Для факторів, що не мають регламентованих нормативів з врахуванням часу їхньої дії, допустиме визначення класу умов праці за рівнями на постійному робочому місці. Для встановлення умов праці 3 класу час дії фактора повинен бути не менше 50% часу зміни. Для встановлення умов праці 4 класу час дії шкідливого фактора не враховується.

У випадку епізодичної дії шкідливого фактора його облік та оцінювання умов праці, залежно від мети атестації, виконують за погодженням з територіальним органом санепіднагляду.

Оцінювання умов праці з врахуванням комбінованої та сполучної дії виробничих факторів виконується наступним чином.

На підставі результатів вимірювання оцінюють умови праці для окремих факторів відповідно до розділів 4.1 – 4.9 Гігієнічної класифікації, де враховані ефекти об'єднання та потенціювання у разі комбінованої дії хімічних речовин, біологічних факторів, електромагнітних випромінювань різних частотних діапазонів та інших шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу.

Результати оцінювання дії цих шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу заносять до таблиці 4.12 Гігієнічної класифікації, яка наведена нижче (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності

Фактор виробничого середовища та трудового процесу	Клас умов праці						
	оптимальний	допустимий	шкідливий				небезпечний
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Хімічний							
Біологічний							
Фізичні:							
- шум							
- вібрація							
- інфразвук							
- ультразвук							
- неіонізуючі електромагнітні випромінювання							
- мікроклімат							
-освітленість							
Важкість праці							
Напруже-ність праці							
Загальна оцінка умов праці							

Загальна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності встановлюється:

- за найбільш високим класом та ступенем шкідливості;
- у випадку поєднаної дії трьох та більше шкідливих факторів, що належать до класу 3.1, загальна оцінка умов праці відповідає класу 3.2;
- у випадку поєднанні двох і більше шкідливих факторів класів 3.2, 3.3, 3.4 умови праці оцінюють на один ступінь вище.

Якщо скорочений час контакту із шкідливими факторами (захист часом) умови праці в окремих випадках можуть оцінюватися (за погодженням з органами санепіднагляду) як менш шкідливі, але не нижче класу 3.1.

Робота в умовах перевищення гігієнічних нормативів повинна виконуватись з використанням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) з адміністративним контролем за їхнім застосуванням (включення до технологічного регламенту, правил внутрішнього розпорядку з використанням заходів заохочування до їхньої застосування та/або використання адміністративного покарання порушників).

Застосування ефективних (обов'язкова наявність сертифіката відповідності) ЗІЗ зменшує рівень професійного ризику завдання шкоди здоров'ю, але не змінює клас умов праці робітника.

3.2. Паспортизація виробництв та атестація робочих місць за умовами праці

Паспортизація санітарно-технічного стану виробництв

Паспортизація санітарно-технічного стану виробництв включає в себе перевірку відповідності умов праці на робочих місцях чинним санітарно-гігієнічним вимогам та вимогам безпеки і передбачає інструментальні вимірювання параметрів шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища.

Під час здійснення паспортизації санітарно-технічного стану виробництв визначають:

- умови праці на робочих місцях (клас та ступінь шкідливості умов праці);
- кількість робочих місць, які не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам щодо безпечних умов праці за рівнями шкідливих та небезпечних виробничих факторів (вібрація, шум, запиленість та загазованість повітря робочої зони, електромагнітні випромінювання тощо);
- чисельність працівників, зайнятих на важких фізичних, небезпечних та шкідливих для їхнього здоров'я роботах;
- небезпечні ділянки виробництв;
- технологічні операції та виробниче обладнання, що не відповідають вимогам безпеки праці;
- наявність засобів індивідуального захисту тощо.

Паспортизацію виконують щорічно під керівництвом служби охорони праці разом з представниками виробничих підрозділів підприємства.

Організація робіт щодо атестації робочих місць.

Для проведення атестації робочих місць за умовами праці та встановлення пріоритету в проведенні оздоровчих заходів використовують норматив «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»,

Згідно з «Положенням про атестацію робочих місць щодо їх відповідності державним актам про охорону праці» на підставі вивчення результатів атестації кожне робоче місце, в разі позитивного рішення щодо його атестації, може бути віднесене до однієї із двох наступних груп.

«Атестоване» – робоче місце відповідає вимогам нормативних актів про охорону праці. До цієї групи належать робочі місця, на яких стан умов праці належить до 1-2 класу за гігієнічною класифікацією.

«Атестоване і вимагає пільг і компенсацій» – робоче місце, на якому стан умов праці належить до 3 класу за гігієнічною класифікацією (важкі та шкідливі умови).

Відповідно до Закону України «Про пенсійне забезпечення» (ст.13) за результатами атестації робочих місць складають карти умов праці, в яких фіксують санітарно-гігієнічні умови праці, її важкість і напруженість. На підставі атестації визначають шкідливі фактори виробничого середовища, які можуть

вплинути на стан здоров'я працівників, а також їхніх нащадків, і призначають пенсії за віком на пільгових умовах за списками №1 і №2 виробництв, робіт, професій, посад, що дають право на пільгове пенсійне забезпечення. На підставі атестації також визначають розмір надбавки до заробітної плати.

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться згідно з Постановою Кабінету міністрів України від 28.10.2016 р. №442. Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці.

Атестацію робочих місць за умовами праці виконують на підприємствах і організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, обладнання, що використовують, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працівників, а також на їхніх нащадків як тепер, так і в майбутньому. Основна мета атестації полягає у регулюванні відносин між власником або уповноваженим ним органом і працівниками у галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, пільги та компенсації за роботу у несприятливих умовах.

Здійснюють атестацію згідно з методичними рекомендаціями щодо проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджуваними Мінпраці та МОЗ.

Атестацію робочих місць за умовами праці виконує атестаційна комісія, склад і повноваження якої визначається наказом по підприємству, організована в строки, що передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Відповідальність за своєчасне та якісне виконання атестації покладається на керівника підприємства, організації.

Позачергову атестацію робочих місць за умовами праці виконують у разі докорінної зміни умов і характеру праці з ініціативи власника або уповноваженого ним органу, профспілкового комітету, трудового колективу або його виборного органу, органів Державної експертизи умов праці за участю санітарно-епідеміологічної служби МОЗ.

Для проведення атестації можуть залучатися проєктні та науково-дослідницькі організації, технічні інспекції праці профспілок, інспекції Держгірпромнагляду.

Завдання атестації робочих місць за умовами праці.

Атестація робочих місць за умовами праці передбачає:

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

- обґрунтування належності робочого місця до категорії із шкідливим (особливо шкідливими), важкими (особливо важкими) умовами праці;
- визначення (підтвердження) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення за роботу в несприятливих умовах;
- складання переліку робочих місць, виробництв, професій та посад з пільговим пенсійним забезпеченням працівників;
- аналізування реалізації технічних та організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру і безпеки праці.

Санітарно-гігієнічні дослідження факторів виробничого середовища і трудового процесу виконують санітарними лабораторіями підприємств і організацій, атестованих органами Держстандарту і МОЗ за списками, які узгоджують з органами Державної експертизи умов праці, а також на договірній основі лабораторіями територіальних санітарно-епідеміологічних станцій.

Відомості про результати атестації робочих місць вносять до карти умов праці.

Результати атестації використовують як для цілеспрямованої і планомірної роботи, спрямованої на покращання умов праці, так і для надання пільг і компенсацій, передбачених чинним законодавством, таких, як скорочена тривалість робочого часу, додаткова оплачувана відпустка, пільгова пенсія, оплата праці у підвищеному розмірі.

Перелік робочих місць, виробництв, професій і посад з пільговим пенсійним забезпеченням працівників погоджується з профспілковим комітетом та затверджується наказом по підприємству, організації і зберігається протягом 50 років. Витяги з наказу додають до трудової книжки працівників, професії та посади яких занесено до переліку.

Контроль за якістю проведення атестації, правильністю застосування списків №1 і №2 виробництв, робіт, професій, посад, що дають право на пільгове пенсійне забезпечення, пільги і компенсації, накладається на органи Державної експертизи умов праці.

Загальні методичні підходи до вимірювання та оцінювання факторів виробничого середовища та трудового процесу.

Лабораторії, які виконують всі вимірювання та оцінювання шкідливих виробничих факторів, повинні бути **атестовані (акредитовані)** у встановленому порядку.

План контролю умов праці на підприємствах складається на рік та доповнюється та змінюється у випадку реконструкції чи зміни обладнання, зміни чи інтенсифікації виробничих процесів, виявлення професійних захворювань чи отруєнь.

Контролю підлягають усі шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища та трудового процесу, які є на робочому місці працівника.

Перелік нормативних та методичних документів щодо вимірювання та оцінювання шкідливих факторів виробничого середовища наведено в розділі 6 Гігієнічної класифікації.

Апаратура та прилади, які використовують для вимірювання, підпадають обов'язковій метрологічній повірці у встановленому порядку.

Дані інструментальних вимірювань оформлюють протоколом відповідно до вимог медичної документації чи протоколів, розроблених на її основі.

Гігієнічне оцінювання умов праці виконують відповідно до цих протоколів.

3.3. Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці

В разі підозри на існування у працівника професійного захворювання (отруєння) складають санітарно-гігієнічна характеристика умов праці відповідно до постанови від 17.04.2019 № 337 Про затвердження Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві.

Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці є одним з документів, з урахуванням якого в кожному конкретному випадку вирішується питання про зв'язок хронічного захворювання (отруєння) з впливом шкідливих виробничих факторів і трудового процесу, з метою встановлення діагнозу хронічного професійного захворювання (отруєння).

Підставою для складання санітарно-гігієнічної характеристики є акт санітарно-епідеміологічного обстеження об'єкта за формою 315/0, затвердженою наказом МОЗ України від 11.07.2000 № 160 «Про затвердження форм облікової статистичної документації, що використовується в санітарно-епідеміологічних закладах». Обстеження виконують за участю представників підприємства, первинної профспілкової організації, членом якої є хворий, або уповноваженої найманими працівниками особи з питань охорони праці, якщо хворий не є членом профспілки, та робочого органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків (ФССНВ) за місцезнаходженням підприємства.

Санітарно-гігієнічну характеристику складає лікар з гігієни праці закладу державної санітарно-епідеміологічної служби за місцезнаходженням підприємства, де працює хворий, на запит керівника лікувально-профілактичного закладу (ЛПЗ). Якщо необхідно, до складання санітарно-гігієнічної характеристики можуть залучатись лікарі інших структурних підрозділів закладів санітарно-епідеміологічної служби.

Підписується санітарно-гігієнічна характеристика лікарем з гігієни праці, лікарями інших структурних підрозділів закладу державної санітарно-епідеміологічної служби, у разі їх залучення, та затверджується головним державним санітарним лікарем.

Особи, які підписали акт обстеження умов праці, а також ті, які склали санітарно-гігієнічну характеристику, несуть відповідальність за достовірність інформації щодо умов праці та трудового процесу, викладеної у санітарно-гігієнічній характеристиці, згідно з чинним законодавством. *Запит на складання санітарно-гігієнічної характеристики* подається ЛПЗ протягом трьох робочих днів після встановлення у працівника діагнозу підозри на хронічне професійне захворювання (отруєння). Запит ЛПЗ надсилається головному державному санітарному лікарю адміністративної території за місцезнаходженням підприємства, де працює хворий, а копії запиту надаються до робочого органу виконавчої дирекції ФССНВ та роботодавцю. ЛПЗ, яким надано право встановлювати остаточний діагноз щодо професійних захворювань, можуть надсилати запит в заклади санітарно-епідеміологічної служби з обґрунтуванням необхідності доповнень до санітарно-гігієнічної характеристики.

На непрацюючих пенсіонерів або осіб, які не працюють, в разі підозри в них професійних захворювань, складаються інформаційні довідки про умови праці цих працівників на підставі даних про умови їх праці на підприємстві, де вони раніше працювали, якщо такі є, або на підставі даних закладу державної санітарно-епідеміологічної служби, наукових досліджень, характеристики шкідливих виробничих факторів на аналогічних виробництвах.

У разі, коли працівник працював на декількох підприємствах, санітарно-гігієнічна характеристика складається закладом санітарно-епідеміологічної служби, який здійснював державний санітарно-епідеміологічний нагляд за останнім підприємством, де працював працівник, з доданням, в разі необхідності, інформаційних довідок від інших закладів державної санітарно-епідеміологічної служби, які здійснювали державний санітарно-епідеміологічний нагляд за підприємствами, де він працював раніше.

Якщо на час складання санітарно-гігієнічної характеристики працівник не підпадав під вплив шкідливих виробничих факторів, що могли викликати професійне захворювання (отруєння), враховується його попередня робота, пов'язана з дією шкідливих виробничих факторів незалежно від стажу роботи на цьому підприємстві. У такому разі санітарно-гігієнічна характеристика складається закладом державної санітарно-епідеміологічної служби, який здійснював державний санітарно-епідеміологічний нагляд за підприємством, де були умови для розвитку профзахворювання (профотруєння).

У разі виникнення підозри на профзахворювання (профотруєння) після припинення контакту працівника з шкідливими виробничими факторами (пізній силікоз, деякі захворювання на пухлини тощо), а також у разі неможливості отримання даних про умови його праці (ліквідація підприємства, цеху, дільниці, робочого місця або у разі тривалої зупинки виробничого процесу, відсутності даних в архівах підприємства та закладу державної санітарно-епідеміологічної служби, робота за кордоном тощо) інформаційна довідка складається на підставі даних трудової книжки, санітарно-гігієнічної характеристики умов праці на аналогічних робочих місцях, за результатами наукових досліджень за аналогічними професіями.

Для працівників підземних професій вугільної та інших галузей промисловості, коли умови та характер праці аналогічні за всіма показниками, складається групова санітарно-гігієнічна характеристика.

Для складання санітарно-гігієнічної характеристики головний державний санітарний лікар надсилає припис роботодавцю (особі) для надання необхідних документів за встановленою формою (додаток 3 до нормативного документу про «Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці»).

Термін надання документів не повинен перевищувати 15 робочих днів з часу отримання офіційного запиту від головного державного санітарного лікаря. Матеріали подаються до закладу державної санітарно-епідеміологічної служби із супровідним листом. Термін 15 робочих днів може бути продовжено за згодою головного державного санітарного лікаря у разі необхідності проведення

роботодавцем (особою) додаткових лабораторних, інструментальних, хронометражних та інших вимірювань (досліджень), необхідних для підготовки санітарно-гігієнічної характеристики.

У разі зміни форм власності і видів діяльності підприємства документи надає його правонаступник. Роботодавець (особа) несе відповідальність згідно з чинним законодавством за повноту та достовірність поданих документів.

Заклад санітарно-епідеміологічної служби в термін 15 днів після одержання матеріалів від роботодавця (особи), проводить:

- вивчення та аналіз документів, поданих власником підприємства;

- обстеження підприємства для уточнення умов праці працівника в присутності самого працівника та представників роботодавця, робочого органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування, профспівкової організації з проведенням, у разі необхідності, вимірювань (досліджень) шкідливих виробничих факторів і трудового процесу за кошти роботодавця.

У термін до 5 днів комісія складає акт санітарно-епідеміологічного обстеження об'єкта у 3-х примірниках.

Перший примірник зберігається в закладі державної санітарно-епідеміологічної служби, другий – надсилається роботодавцю, у якого працює працівник, третій – робочому органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування. З актом ознайомлюють працівника, робоче місце якого обстежувалось, що засвідчується його підписом. У разі відмови працівника від підпису, акт підписується свідками. Термін зберігання акту в усіх зазначених організаціях – 45 років.

Заклад державної санітарно-епідеміологічної служби протягом 5-ти робочих днів після складання та підписання акту всіма членами комісії готує санітарно-гігієнічну характеристику. Термін складання санітарно-гігієнічної характеристики не повинен перевищувати 45 днів.

У санітарно-гігієнічній характеристиці умов праці працівника відображаються ті шкідливі виробничі фактори на його робочому місці, які могли спричинити виникнення і розвиток у нього професійного захворювання.

Санітарно-гігієнічна характеристика оформлюється на бланку закладу державної санітарно-епідеміологічної служби, підписується лікарем з гігієни праці, у разі потреби, іншими лікарями цього закладу, та затверджується головним державним санітарним лікарем області, міста, району тощо, підпис якого завіряється гербовою печаткою.

Санітарно-гігієнічна характеристика складається у 4-х примірниках: перший – зберігається в закладі державної санітарно-епідеміологічної служби, другий – надсилається до ЛПЗ, що робив запит, третій – робочому органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування, четвертий - роботодавцю підприємства, на якому працює (працював) працівник.

Облік санітарно-гігієнічних характеристик здійснюється в закладах санітарно-епідеміологічної служби.

Усі витрати на виконання робіт по складанню санітарно-гігієнічних характеристик несе роботодавець підприємства, умови праці працівника якого обстежуються.

У разі незгоди з санітарно-гігієнічною характеристикою заявник має право оскаржити її у вищому закладі державної санітарно-епідеміологічної служби або в судовому порядку.

Опис шкідливих факторів виробничого середовища.

До опису кожного шкідливого фактора виробничого середовища у санітарно-гігієнічній характеристиці надається кількісна його характеристика з посиланням на заклад (установу, підприємство), що проводив вимірювання (дослідження), та дату його проведення.

У процесі складання санітарно-гігієнічної характеристики, в разі дії хімічних та біологічних факторів виробничого середовища на робочому місці, надається повний перелік хімічних, біологічних факторів, кількісні показники забруднення повітря робочої зони з урахуванням сировини, проміжних, кінцевих продуктів та готової продукції, які використовуються у виробництві, та за необхідності можливі продукти їх перетворення – окислення, деструкції, гідролізу тощо.

За наявності складних, високомолекулярних сполук та летких продуктів дається повний перелік компонентів розчину, сплаву, клею, полімеру тощо з назвою хімічних речовин, які виділяються у повітря робочої зони в умовах технологічного процесу та за умови термодеструкції.

Визначається характер дії хімічних факторів виробничого середовища – загально токсичний, подразнювальний, сенсibilізуючий, алергенний, канцерогенний, гостроспрямований. Водночас слід зазначити шляхи їх проникнення в організм працівника – через дихальні шляхи, систему травлення, шкіру, слизові оболонки.

Також визначається відповідність концентрацій хімічних речовин діючим гранично допустимим концентраціям (ГДК), орієнтовно безпечним рівням впливу (ОБРВ), характеристика їх перевищень.

Надається кількісна характеристика рівня забруднення шкірних покривів речовинами, що мають гранично допустимі рівні. Для речовин, у разі їх надходження через шкіру, також дається оцінка їх дії за умови безпосереднього контакту рук із забрудненим обладнанням, технологічними пристроями тощо, з урахуванням можливості розливу продукту.

Розглядається наявність біологічних факторів (бактерії, віруси, грибки тощо), продуктів мікробіологічного синтезу, штамів продуцентів мікроорганізмів, білкових продуктів тощо в повітрі робочої зони.

За наявності в повітрі робочої зони пилу надається характеристика та склад пилу: природний чи штучний, мінеральний чи органічний, однорідний чи змішаний, волокнистий тощо, а також характер його дії: алергенний, канцерогенний, фіброгенний (згідно з діючими нормативними документами).

Для аерозолів переважно фіброгенної дії визначається вміст вільного діоксиду кремнію (SiO_2) у пилю, дисперсний склад пилю, аерозоль конденсації або дезінтеграції, фактичні концентрації і відповідність їх діючим ГДК, характеристика їх перевищень.

У разі дії шуму, ультразвуку та інфразвуку, в першу чергу, визначається якісна характеристика кожного із цих шкідливих факторів:

- шум – широкосмуговий, вузькосмуговий або тональний, постійний, непостійний – мінливий, переривчастий, імпульсний;
- ультразвук – повітряний, контактний, низькочастотний, високочастотний;
- інфразвук – постійний, непостійний;
- тривалість дії за зміну;
- технологічне обладнання, машини, механізми, інструменти, що генерують шум, ультразвук, інфразвук (тип, марка).

Також розглядається наявність факторів, що посилюють розвиток патологічного процесу (наприклад, для шуму – це напруженість праці).

Визначаються фактичні еквівалентні рівні та їх відповідність діючим санітарним нормам.

У випадку дії вібрації – це також визначення якісної характеристики даного шкідливого фактору:

- локальна – постійна, непостійна (імпульсна);
- загальна – постійна, непостійна, транспортна, транспортно-технологічна, технологічна;
- тривалість дії за зміну;
- технологічне обладнання, машини, механізми, інструменти, що генерують вібрацію загальну, локальну (тип, марка).

Крім того, розглядається наявність факторів, що посилюють розвиток патологічного процесу – для локальної вібрації – це охолодження, змочування кінцівок (температура води, розчину, час охолодження), для загальної вібрації – нагрівальний мікроклімат, підвищена відносна вологість, підвищена швидкість руху повітря.

Визначаються фактичні еквівалентні коректовані рівні вібрації (віброшвидкість, віброприскорення) та їх відповідність діючим санітарним нормам.

У разі дії електромагнітного неіонізуючого випромінювання

визначається, як і в попередніх випадках, в першу чергу, якісна характеристика цього шкідливого фактору:

- магнітне поле промислової частоти, 50 Гц;
- електричне поле промислової частоти, 50 Гц;
- магнітні та електричні поля радіочастотного діапазону (НЧ, СЧ, ВЧ, ДВЧ, УВЧ, НВЧ, НЗВЧ);
- електростатичне поле;
- лазерне випромінювання;
- ультрафіолетове випромінювання;

- джерела випромінювання: тип, марка устаткування, характер технологічного процесу, тривалість дії на працівника за зміну, інші несприятливі фактори виробничого середовища;

- напруженість електричного та магнітного полів з урахуванням засобів захисту.

Крім того, для лазерного випромінювання визначаються довжина хвилі, характер випромінювання (безперервний, переривчастий, моноімпульсний, імпульсноперіодичний), вплив енергетичних експозицій на рогівку ока та шкіру, дія лазерного випромінювання (прямого, дзеркально відбитого, дифузно відбитого).

Також визначаються фактичні рівні полів і випромінювань, їх співвідношення з гранично допустимими рівнями (ГДР) на відповідність діючим санітарним нормам.

У процесі дії іонізуючого випромінювання визначаються:

- характер випромінювання – природне, штучне;
- джерело штучного випромінювання;
- якісна та кількісна характеристика;
- термін дії випромінювання.

Також визначаються фактичні рівні іонізуючих випромінювань та їх відповідність діючим санітарним нормам та нормам радіаційної безпеки.

Для врахування показників мікроклімату визначаються:

- температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, наявність інфрачервоного (теплого) випромінювання;
- постійна чи непостійна дія джерел інфрачервоного випромінювання;
- місце проведення робіт: у приміщеннях чи на відкритих територіях, джерела нагрівального чи охолоджувального мікроклімату;
- за умови виконання робіт на відкритих територіях наводяться середньомісячні та максимальні показники мікроклімату в холодний та теплий періоди року (у разі можливості).

Також визначаються фактичні рівні основних показників мікроклімату та їх відповідність діючим санітарним нормам.

Для врахування показників освітленості визначаються:

- характеристики факторів зорової напруги;
- робота з оптичними приладами чи без них;
- найменший об'єкт розрізнення, мм;
- контраст об'єкту розрізнення з фоном;
- характеристика фону;
- показники освітленості (крім відбитої блискучості, зазначається наявність чи відсутність відбитої блискучості). Також визначаються фактичні рівні основних показників освітлення та їх відповідність діючим санітарним нормам.

Опис факторів трудового процесу.

У процесі складання санітарно-гігієнічної характеристики визначаються наступні показники важкості праці (зазначаються тільки професійно значущі показники).

За умови фізичного динамічного навантаження:

- регіональне навантаження (з переважаючою участю м'язів рук та плечового поясу – в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м);
- загальне навантаження (за участю м'язів рук, корпусу, ніг – в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м).

За умови фізичного статичного навантаження:

- величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль однією рукою - в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м);
- величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль двома руками – в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м);
- величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль за участю м'язів корпусу та ніг – в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м).

За умови стереотипних робочих рухів:

- стереотипні робочі рухи при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук – кількість рухів за зміну);
- стереотипні робочі рухи при регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового поясу – кількість рухів за зміну).

За умови підіймання та переміщення вантажів вручну:

- маса вантажу, що підіймається та переміщується вручну періодично, постійно (кг);
- сумарна маса вантажу, що переміщується протягом кожної години зміни (кг);
- підіймання та переміщення вантажу (з підлоги, з робочої поверхні);
- відстань переміщення вантажу;
- частота підйому вантажу за операцію, за зміну.

Залежно від робочої пози, нахилів корпусу, переміщення у просторі:

- робоча поза (вільна, фіксована, вимушена);
- тривалість перебування у фіксованій та вимушеній позі (у відсотках від тривалості зміни);
- кут нахилу корпусу (градуси);
- кількість вимушених нахилів корпусу більш ніж на 30° (за операцію, за зміну);
- переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни – по вертикалі, по горизонталі).

У процесі складання санітарно-гігієнічної характеристики визначаються наступні показники напруженості праці (зазначаються тільки професійно значущі показники).

За умови інтелектуальних навантажень:

- зміст роботи;
- сприймання інформації/сигналів;

- розподіл функцій за ступенем складності завдання;
- характер роботи, що виконується.

За умови сенсорних навантажень:

- тривалість зосередженого спостереження;
- щільність сигналів – звукових, світлових;
- щільність повідомлень в середньому за годину;
- кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження;
- навантаження на зоровий аналізатор;
- розмір об'єкту розрізнення;
- робота з оптичними приладами;
- спостереження за екранами відео терміналів;
- навантаження на слуховий аналізатор;
- навантаження на голосовий апарат.

За умови емоційних навантажень:

- ступінь відповідальності за результат своєї діяльності, значущість помилки;
 - ступінь ризику для власного життя;
 - ступінь відповідальності за безпеку інших осіб;
 - монотонність навантажень;
 - кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово;
 - тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (с);
 - час активних дій (в % до тривалості зміни), решта часу – спостереження за технологічним процесом;
 - монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни);
- Залежно від режиму праці:*
- фактична тривалість робочого дня;
 - змінність роботи (однотимна, двотимна, тритимна, нерегулярна змінність з роботою в нічний час);
 - наявність регламентованих перерв та їх тривалість.

Медико-санітарне забезпечення

У процесі складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці розглядаються також і питання медико-санітарного забезпечення на виробництві.

Медичне забезпечення – вказується назва ЛПЗ, який здійснює попередні та періодичні медогляди працівників цього підприємства (закладу), його підпорядкованість. Надається перелік спеціальних лікувально-профілактичних заходів, які були потрібні та здійснювались щодо працівника за його професією.

Медогляди працівників – приводяться дані щодо проходження попередніх (у разі приймання або переведення на іншу роботу) та періодичних (протягом трудової діяльності) медоглядів працівника, на якого складається санітарно-гігієнічна характеристика.

Їх періодичність, результати в динаміці за останні 5 років. Наявність на підприємстві, у цеху, на ділянці профзахворювань (профотруєнь). Зазначаються всі професійні захворювання, що були зареєстровані за останні 5 років за нозологічними формами на підприємстві, у цеху, на ділянці, де працює (працював) працівник, у якого виявлено підозру на профзахворювання (профотруєння).

Санітарно-побутове забезпечення – надається перелік наявності на підприємстві необхідних санітарно-побутових приміщень та визначається їх відповідність чинним нормативним актам та умови використання.

Засоби колективного та індивідуального захисту – надається перелік наявності на підприємстві необхідних засобів колективного та індивідуального захисту та приводяться дані щодо їх використання працівником.

Як підсумок, надається висновок про умови праці працівника згідно з гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу за кожним визначеним шкідливим та небезпечним фактором.

3.4. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до промислових підприємств, виробничих приміщень

Загальні вимоги до розміщення та планування території підприємства.

Згідно з вимогами ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами» промислові підприємства розміщують на території населених пунктів у спеціально виділених промислових районах або за межами населених пунктів на деякій відстані від них (в залежності від викиду шкідливих речовин).

Санітарно-захисна зона утворюється між підприємством та житловим районом. Це територія між місцями виділення в атмосферу виробничих забруднювачів та житловими чи громадськими будівлями, ширина якої залежить від класу підприємств, виробництв і об'єктів (табл. 3.10).

Санітарними нормами встановлено п'ять класів підприємств, виробництв і об'єктів в залежності від потужності підприємства, умов технологічного процесу, характеру та кількості викидів в навколишнє середовище шкідливих речовин та речовин, що мають неприємний запах, чи шкідливих фізичних впливів, а також з урахуванням передбачуваних заходів щодо зменшення їх несприятливого впливу на довкілля.

Таблиця. 3.10

Ширина санітарно-захисної зони підприємств, виробництв і об'єктів

Клас виробництва	I	II	III	IV	V
Ширина санітарно-захисної зони, м	1000*	500	300	100	50

** Для підприємств хімічної галузі може бути 3000 м.*

Наприклад, до першого класу відносяться потужні виробництва, пов'язані із виправкою чавуну, сталі, кольорових металів та ливарні виробництва. До другого класу - менш потужні металургійні та ливарні виробництва, виробництво свинцевих акумуляторів. До третього класу - малопотужні металургійні та ливарні виробництва, виробництва кабелю, пластмас, будівельних матеріалів. До четвертого класу відносяться виробництва металообробної промисловості та приладів електротехнічної промисловості і до п'ятого класу - виробництва приладів для електротехнічної промисловості, будівельних матеріалів, стиснених та зріджених продуктів розділення повітря і т. ін.

У межах санітарно-захисної зони дозволяється розміщувати менш шкідливі промислові підприємства, а також пожежні депо, санітарно-побутові підприємства, гаражі, склади, тощо. Територія санітарно-захисної зони має бути упорядкована та озеленена.

Промислові підприємства, що виділяють виробничі шкідливості (гази, дим, кіптяву, пил, неприємні запахи, шум), не дозволяється розміщувати по відношенню до житлового району з навітряного боку для вітрів переважного напрямку.

Планування території промислових підприємств.

Планування території промислових підприємств здійснюється у відповідності до санітарно-гігієнічних вимог та вимог безпеки праці і пожежної безпеки. У генеральних планах промислових підприємств слід враховувати такі чинники як природне провітрювання та освітлення. Площадка промислового підприємства повинна мати відносно рівну поверхню і нахил до 0,002 % для стоку поверхневих вод. За функціональним призначенням площадка підприємства розділяється на зони: перед заводську (за межами огорожі чи умовної межі підприємства), виробничу, підсобну і складську.

Забудова промислової площадки може бути суцільною або окремо розміщеними будівлями, одно- або багатоповховими. Забороняється суцільна забудова із замкненим внутрішнім двором, бо в цьому випадку погіршується провітрювання та натуральне освітлення будівель.

Санітарні розриви між будівлями, що освітлюються через віконні прорізи, приймаються не менше найбільшої висоти до верху карнизу будівель, що розміщені напроти.

Виробничі та складські приміщення можуть мати будь-яку форму та розміри в залежності від виробничих вимог, але виходячи з санітарно-гігієнічних умов (освітлення, вентиляція), найбільш доцільні будівлі, що мають форму прямокутника. Конструкція виробничих будівель, число поверхів та площа обумовлюються технологічними процесами, категорією вибухопожежонебезпеки, наявністю шкідливих та небезпечних факторів.

Центральний вхід на територію підприємства слід передбачати з боку основного підходу чи під'їзду працівників. Територія підприємства повинна мати впорядковані пішохідні доріжки (тротуари) від центрального та додаткових прохідних пунктів до всіх будівель та споруд. До будівель і споруд по усій їх довжині має передбачатись під'їзд пожежних автомобілів. До всіх будівель необхідно передбачити підвід мереж електроенергії, водопостачання та каналізації. Територія підприємства має бути озеленена, площа цих ділянок повинна складати не менше 10 % площі підприємства.

Залежно від призначення будівлі і технології виробництва передбачають системи зовнішнього та внутрішнього водопостачання. У залежності від вимог технологічного процесу застосовують наступні системи технологічного водопостачання: оборотну повторного використання, охолодженої, дистильованої, пом'якшеної води та ін. Для скорочення витрат води на технологічні потреби слід застосовувати системи повторного та оборотного водопостачання. Пристрої питного водопостачання (фонтанчики) рекомендується розміщувати у проходах виробничих приміщень, вестибюлях, кімнатах відпочинку на відкритих площадках території підприємства і, як виняток, у виробничих цехах. Мережі господарчо-питного водопостачання мають бути відділені від мереж, що подають непитну воду. Норми витрат води на господарсько-питні потреби становлять 45 л у гарячих цехах та 25 л на працівника в зміну у звичайних цехах.

Каналізація для відведення стічних вод, підрозділяється на виробничу, господарсько-фекальну та зливну. Каналізаційні системи складаються з приймальних пристроїв (лотки, раковини), каналізаційних мереж, станції

перекачки, очисних споруд та допоміжних пристроїв. Забороняється спуск господарсько-фекальних та виробничих стічних вод у дренажні колодязі, щоб запобігти забрудненню водоносних шарів ґрунту.

Спуск незабруднених виробничих стічних вод (наприклад, з системи охолодження) допускається у зливну каналізацію, що призначена для стікання атмосферних опадів. Для багатьох підприємств допускається також спуск у міську каналізаційну мережу стічних вод, що вміщують шкідливі речовини, але тільки після відповідної обробки, і тільки в тому разі, якщо концентрація шкідливих речовин у суміші стічних вод підприємства та міських стічних вод не перевищує встановлених норм.

Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень.

Виробничі приміщення відповідно до вимог чинних нормативів мають бути забезпечені, в першу чергу, достатнім природним освітленням. Обов'язковим для виробничих приміщень та будівель є також улаштування ефективної за екологічними і санітарно-гігієнічними показниками вентиляції.

Згідно з вимогами ДСП 173-96 висота виробничих приміщень повинна бути не менше 3,2 м, об'єм не менше 15 м³ і площа не менше 4,5 м² відповідно на кожного працівника (для користувачів комп'ютерів згідно ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» на одного працюючого повинно бути не менше 6 м² площі та 20 м³ об'єму.

Приміщення чи ділянки виробництва з надлишками тепла, а також із значними виділеннями шкідливих газів, пару чи пилу слід, як правило, розміщувати біля зовнішніх стін будівель, а у багатоповерхових будівлях - на верхніх поверхах.

Підлога на робочих місцях має бути рівною, теплою, щільною та стійкою до ударів, мати неслизьку та зручну для очистки поверхню, бути стійкою до дії хімічних речовин і не вбирати у себе хімічні речовини та вологу.

Стіни виробничих приміщень мають відповідати вимогам шумо- та теплозахисту, легко піддаватись прибиранню та миттю, мати покриття, що виключає можливість поглинення чи осадження на них отруйних речовин (керамічна плитка, олійна фарба).

Приміщення, де розміщені виробництва з виділенням шкідливих та агресивних речовин (кислоти, луги, ртуть, бензол, сполуки свинцю та ін.), повинні мати стіни, стелю та конструкції, які виконані і оздоблені так, щоб попереджувалась сорбція цих речовин та забезпечувалась можливість очищення та миття цих поверхонь.

У приміщеннях з великим виділенням пилу (шліфування, заточка, тощо) слід передбачити прибирання за допомогою пилососів чи застосовувати метод гідрозмивання.

Допоміжні приміщення, до яких відносяться приміщення адміністративні, санітарно-побутові, громадського харчування, охорони здоров'я, для учбових занять та громадських організацій, культурного обслуговування, а також

конструкторські бюро, слід розміщувати в одній будівлі з виробничими приміщеннями або прибудовах до них, у місцях з найменшим впливом шкідливих факторів, а якщо таке розміщення неможливе, то їх можна розміщувати і в окремих будівлях.

Висота поверхів окремих будівель, прибудов має бути не меншою 3,3 м, висота від підлоги до низу перекриття - 2,2 м, а у місцях нерегулярного переходу людей - 1,8 м. Висота допоміжних приміщень, що розміщені у виробничих будівлях, має бути не меншою 2,4 м.

Площа допоміжних приміщень згідно з вимогами ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Площа будинків адміністративного та побутового призначення має бути не меншою, ніж 4 м² на одне робоче місце у кімнаті управліннь і 6 м² – у конструкторських бюро; 0,9 м² на одне місце в залі нарад управління; 0,27 м² на одного співробітника у вестибюлях та гардеробних.

До групи санітарно-побутових приміщень належать: гардеробні, душові, туалети, кімнати для вмивання та паління, приміщення для знешкодження, сушіння та знепилювання робочого одягу, приміщення для особистої гігієни жінок та годування немовлят, а також приміщення для обігрівання працівників. У санітарно-побутових приміщеннях підлоги мають бути вологостійкими, з неслизькою поверхнею, світлих тонів, стіни та перегородки – облицьовані вологостійким, світлих тонів матеріалами на висоту 1,8 м.

У гардеробних приміщеннях для зберігання одягу мають бути шафи розмірами: висота 1650 мм, ширина 250-400 мм, глибина 300 мм. Кількість шаф має відповідати спискові кількості працівників.

Технічна естетика виробничих приміщень

Науково встановлено, що колір навколишніх предметів та предметних ансамблів впливає на емоції (позитивні чи негативні), тобто на настрій людей: одні кольори діють заспокійливо, інші – подразнюють, збуджують.

Умовно кольори поділені на теплі та на холодні. Теплі кольори (червоний, жовтогарячий, жовтий) впливають на людину збуджуюче, зігрівають її, бадьорять, стимулюють до активної діяльності, одночасно прискорюють її загальну втому на роботі. Холодні кольори (зелений, блакитний, синій) заспокоюють і зменшують зорову втому, позитивно впливають на настрій, за умови їхньої дії зменшується фізичне навантаження, вони можуть регулювати ритм дихання, заспокоювати пульс.

Загальна схема використання кольору чи групи кольорів з метою зменшення втоми працівників така: якщо виробничий процес чи фактори довкілля впливають на працівників збуджуюче, слід застосовувати заспокійливі кольори, а якщо на працівників діють будь-які гнітючі фактори, то їм має протиставлятися збуджуюче кольорове середовище.

Проектування кольорового рішення інтер'єру виробничих приміщень слід виконувати у відповідності до СН 181-70 Вказівки з проектування колірної обробки інтер'єрів виробничих будівель промислових підприємств. Так, за умови роботи, що вимагає зосередженості, рекомендується вибирати неяскраві,

малоконтрастні відтінки, які не розсіювали б увагу, якщо робота потребує інтенсивного фізичного чи розумового навантаження, рекомендуються відтінки теплих кольорів, що збуджують активність.

Таке оформлення інтер'єрів виробничих приміщень сприяє нейтралізації стомлюючого впливу виробничого процесу та послабленню відчуття стомленості і, з рештою, підвищенню працездатності та зменшенню виробничого травматизму.

РОЗДІЛ 4. ТИПОВІ ЗАДАЧІ З ПИТАНЬ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ

ПАРАМЕТРИ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ.

Значний вплив на організм людини, яка працює, її працездатність створює мікроклімат (метеорологічні умови) у виробничих приміщеннях, під якими розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, які впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням та визначаються поєднаннями температури, вологості, руху повітря і теплового випромінювання нагрітих поверхонь або відкритого вогню, що сукупно діють на організм людини в процесі праці. У процесі виконання водолазних та кесонних робіт та робіт на високогір'ї (понад 2 тис. м) береться до уваги і барометричний тиск.

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками:

- температура повітря ($^{\circ}\text{C}$),
- відносна вологість повітря (%),
- швидкість руху повітря (м/с),
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) випромінювання (Вт/м^2).

Санітарно-гігієнічне нормування умов мікроклімату здійснюється за ДСН **3.3.6.042-99**, які встановлюють оптимальні і допустимі параметри мікроклімату залежно від загальних енерговитрат організму під час виконання робіт і періоду року.

В основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладена диференційована оцінка оптимальних і допустимих метеорологічних умов в робочій зоні залежно від категорії робіт за ступенем важкості і періоду року.

Оптимальні мікрокліматичні умови — це поєднання параметрів мікроклімату, які за умови тривалому та систематичного впливу на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць. Показники температури повітря в робочій зоні по висоті та горизонталі на протязі робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт.

Допустимі мікрокліматичні умови — це поєднання параметрів мікроклімату, які за умови тривалого та систематичного впливу на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, які швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. Водночас не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Величини показників допустимих мікрокліматичних умов встановлюються для постійних і непостійних робочих місць.

Контроль метеоумов і прилади для їх виміру.

Для того, щоб визначити відповідає чи не відповідає повітряне середовище

даного приміщення встановленим нормам, необхідно кількісно оцінити кожен з його параметрів за допомогою приладів.

Виміри показників мікроклімату повинні здійснюватися на початку, всередині, вкінці холодного і теплого періодів року не менше трьох разів за зміну (на початку, всередині і вкінці). Вимірюють на висоті 1 м від підлоги за умови робіт в положенні сидячи і на висоті 1,5 м якщо роботи виконуються у положенні стоячи.

Температуру вимірюють звичайними ртутними або спиртовим термометрами. Для безперервної автоматичної реєстрації температури використовують самописні прилади – термографи.

Повітря у виробничих приміщеннях може мати різний вміст водяної пари. Так, вологість повітря має такі визначення: абсолютна вологість, відносна вологість, вологовміст, тепломісткість. *Абсолютна вологість* – маса водяної пари в кг, яка міститься в 1 м³ вологого повітря.

$$f_c = f_{\max v} - \alpha \cdot B \cdot (t_c - t_B),$$

де f_c – абсолютна вологість, що відповідає показникам сухого термометра, г/м³;
 $f_{\max v}$ – вологовміст повітря, максимально насиченого водяною парою за температури вологого термометра, г/м³ (приймається за довідниками);

B – барометричний тиск, мм рт. ст.;

α – психрометричний коефіцієнт, що залежить від швидкості руху повітря, м/с;

$t_c - t_B$ – температура, С, відповідно у сухого та вологого термометрів.

Відносна вологість – відношення водяної пари, яка міститься в повітрі, до її масової кількості, потрібної для повного насичення вологою повітря за даної температури. Відносна вологість повітря виражається у відсотках:

За величиною абсолютної вологості повітря робочої зони знаходять її фактичну відносну вологість в умовах дослідження:

$$\varphi = (f_c / f_{\max c}) \cdot 100\%,$$

де $f_{\max c}$ – вологовміст повітря максимально насиченого водяною парою, за температури сухого термометра, г/м³.

Відносну вологість повітря можна визначити також за графіком, який додається до кожного приладу.

Визначення швидкості руху повітря. Для виміру швидкості руху повітря використовують анемометри, термоанемометри і кататермометри (спиртовий термометр з двома резервуарами – кульовим внизу і циліндричним вгорі).

Перед початком виміру швидкості руху повітря за допомогою анемометра треба вимкнути його рахунковий механізм і записати початковий відлік за всіма трьома циферблатами N_1 . Потім анемометр з вимкненим рахунковим механізмом встановити в місце виміру для того, щоб чашечки опинилися в повітряному потоці. Після 20-30-секундного оберту чашечок одночасно вмикаються механізм приладу і секундомір. Після завершення деякого періоду часу виміру рахунковий

механізм приладу слід вимкнути і записати кінцеві показання стрілок анемометра N_2 .

Вимірювання триває 100 с, після чого визначають кількість пройдених стрілками поділок за одиницю часу за формулою

$$n = (N_2 - N_1)/t,$$

де N_1, N_2 — показання стрілок анемометра відповідно до і після вимірювання;
 t — час виміру, с.

Швидкість руху повітря $V = f(n)$ знаходять за графіком, що додається до кожного анемометра.

Для оцінки теплового випромінювання використовують актинометри, болометри, електротермометри.

Фактичні значення параметрів мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря), визначення за допомогою приладів, порівнюють з величинами, нормованими ДСН 3.3.6.042-99.

Завдання № 1. Відносна вологість повітря складає ϕ , %. Що показує сухий і вологий термометри психрометра, якщо різниця свідчень дорівнює Δt , °С. В якому випадку ця різниця дорівнюватиме нулю? Розрахувати абсолютну вологість повітря в приміщенні. Вихідні дані наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Вихідні дані до завдання № 1

№ варіанта	ϕ , %	Δt , °С
1	76	2
2	83	1,5
3	55	6
4	73	3,5
5	65	4
6	70	3
7	33	7,5
8	57	5,5
9	31	6,6
10	26	8,5

Завдання № 2. На робочому місці були виміряні наступні параметри мікроклімату: температура повітря за сухим термометром t_c , °С, температура повітря за вологим термометром t_p , °С, барометричний тиск P_b , мм рт. ст. Визначте відносну вологість повітря за психрометричною таблицею та за психрометричною формулою. Вихідні дані наведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Вихідні дані завдання № 2

№ варіанта	t_c , °С	t_p , °С	P_b , мм рт. ст.
1	22	20	740

2	24	18	735
3	18	15	756
4	27	24	750
5	16	14	745
6	14	12	725
7	23	22	738
8	19	17	755
9	21	20	745
10	27	22	760

Завдання № 3. За температури t °C і барометричному тиску P_b , мм рт. ст. повітря характеризується відносною вологістю ϕ , %. Визначити парціальний тиск водяної пари і сухого повітря. Вихідні дані наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3.

Вихідні дані завдання № 3

№ варіанта	t , °C	P_b , мм рт. ст.	ϕ , %
1	20	740	60
2	27	745	65
3	10	735	45
4	14	725	50
5	18	750	60
6	19	725	63
7	22	765	80
8	24	745	67
9	15	755	73
10	13	740	43

Таблиця 4.4.

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

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	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 4.5.

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 року	Легка Іа	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Легка Іб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий період року	Легка Іа	28	30	22	20	55 - за 28° С	0,2 - 0,1
	Легка Іб	28	30	21	19	60 - за 27° С	0,3 - 0,1
	Середньої важкості Іа	27	29	18	17	65 - за 26° С	0,4 - 0,2
	Середньої важкості Іб	27	29	15	15	70 - за 25° С	0,5 - 0,2
	Важка ІІІ	26	28	15	13	75 - при 24° С і нижче	0,6 - 0,5

Таблиця 4.6.

Фізичні параметри повітря

Температура повітря, °С	Парціальний тиск водяної пари в насиченому стані p , мм рт. ст.	Температура повітря, °С	Парціальний тиск водяної пари в насиченому стані p , мм рт. ст.
10	9,209	19	16,477
11	9,844	20	17,533
12	10,518	21	18,650
13	11,231	22	19,827
14	11,987	23	21,068
15	12,788	24	22,377
16	13,634	25	23,756
17	14,530	26	25,200
18	15,477	27	26,739

Таблиця 4.7

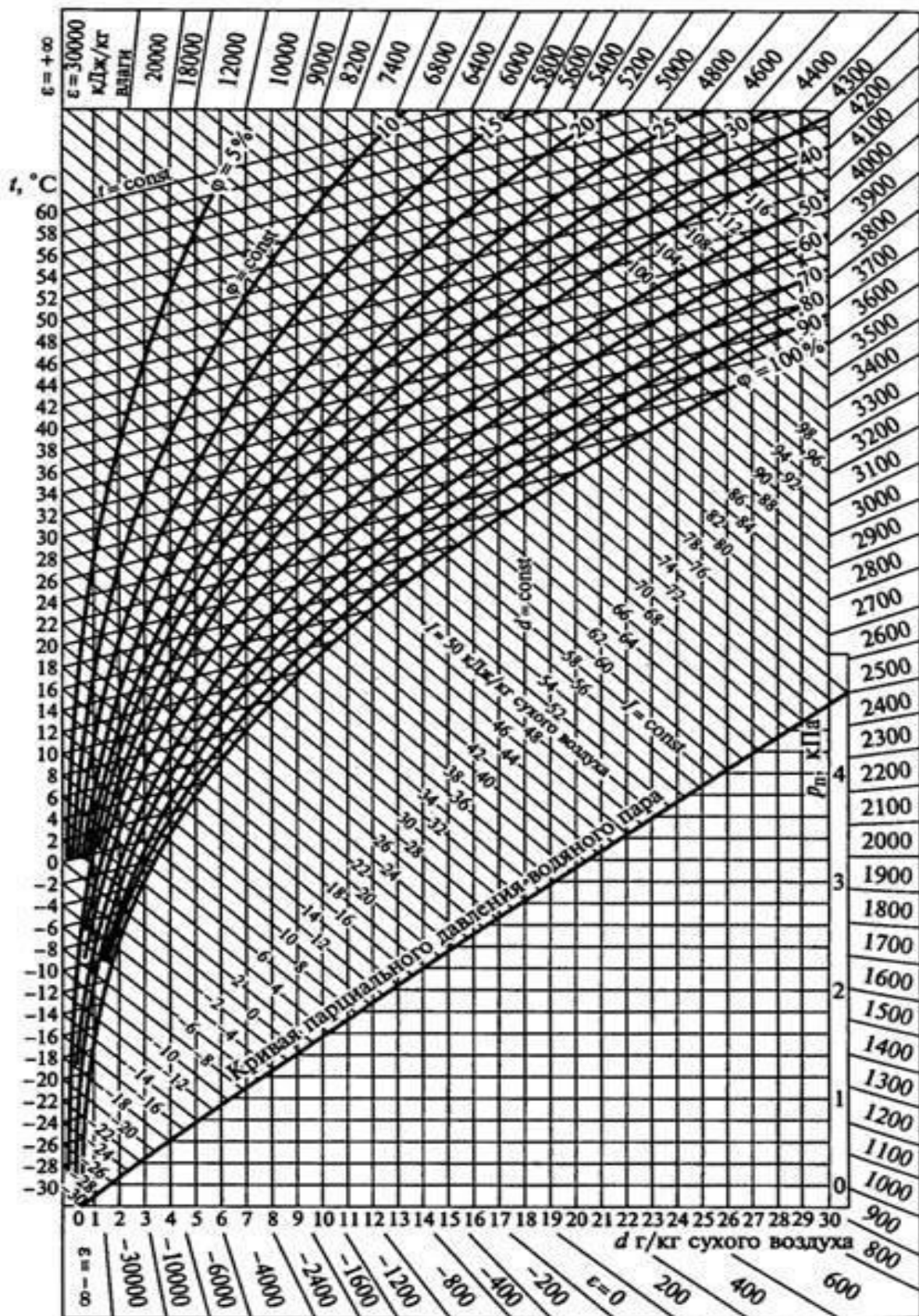
Тиск та щільність насичених парів води

$t, ^\circ\text{C}$	P		$\rho_{\text{макс}},$ г/м ³	$t, ^\circ\text{C}$	P		$\rho_{\text{макс}},$ г/м ³
	кПа	мм рт. ст.			кПа	мм рт. ст.	
-5	0,401	3,01	3,25	12	1,401	10,51	10,67
-4	0,437	3,28	3,53	13	1,497	11,23	11,36
-3	0,463	3,47	3,83	14	1,597	11,98	12,08
-2	0,517	3,88	4,14	15	1,704	12,78	12,84
-1	0,563	4,22	4,49	16	1,817	13,63	13,65
0	0,611	4,58	4,85	17	1,937	14,53	14,50
1	0,656	4,92	5,20	18	2,062	15,47	15,39
2	0,705	5,59	5,57	19	2,196	16,47	16,32
3	0,757	5,68	5,95	20	2,337	17,53	17,32
4	0,813	6,10	6,37	21	2,486	18,65	18,35
5	0,872	6,54	6,80	22	2,642	19,82	19,44
6	0,935	7,01	7,27	23	2,809	21,07	20,60
7	1,005	7,54	7,79	24	2,984	22,38	21,81
8	1,072	8,04	8,28	25	3,168	23,76	23,07
9	1,148	8,61	8,83	26	3,361	25,21	24,40
10	1,227	9,20	9,41	27	3,565	26,74	25,79
11	1,312	9,84	10,02	28	3,780	28,35	27,26

Таблиця 4.8.

Психрометрична таблиця для температур від 0 до 36 °C за вологим термометром

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



РОЗРАХУНОК ПОВІТРООБМІНУ

Для створення здорових і безпечних умов праці на робочому місці, крім підтримання встановлених санітарними нормами оптимальних або допустимих значень температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, необхідно також забезпечити чистоту повітря робочої зони. Для цього необхідно мати гігієнічне нормування шкідливих речовин, надійні способи визначення їх концентрації у повітрі і сучасне технічне та організаційне забезпечення їх знешкодження.

Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки за їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує певну межу – *гранично допустиму концентрацію* (ГДК). Вимірюється ГДК у мг/м³.

За умови одночасного знаходження в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії користуються такою залежністю:

У разі вмісту в повітрі робочої зони декількох речовин односпрямованої дії близьких за хімічним складом і характером біологічної дії на організм людини, для визначення можливості працювати в цій зоні слід дотримуватися наступної умови:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \frac{C_3}{ГДК_3} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1,$$

де $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ - концентрації відповідних шкідливих речовин в повітрі, мг/м³;

$ГДК_1, ГДК_2, ГДК_3 \dots ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м³.

Визначення необхідного повітрообміну у випадку загальнообмінної вентиляції в залежності від конкретних умов може бути встановлене різними способами.

Розрахунок необхідного повітрообміну за відсутності шкідливих речовин (шкідливі речовини, волога, надлишки тепла) проводиться у відповідності до ДСП 173-96 за формулою:

$$L_s = n \cdot L,$$

де n – кількість працюючих;

L – витрата повітря на одного працюючого.

За об'єму приміщення на одного працюючого $V < 20$ м³, необхідний повітрообмін повинен становити $L = 30$ м³/год на одного працюючого; за $V > 20$ м³ – $L = 20$ м³/год; за $V > 40$ м³ допускається природна вентиляція.

Якщо в приміщення виділяються шкідливі речовини у вигляді пару, газу, пилу, то розрахунок повітрообміну L м³/год, виконують за формулою:

$$L_3 = L_{p.з.} + \frac{M - L_{p.з.} \cdot (C_{p.з.} - C_{п})}{C_{вид} - C_{п}},$$

де $L_{p.z.}$ – кількість повітря, що видаляється із робочої зони місцевими відсмоктувачами, загально-обмінною вентиляцією або на технологічні потреби $\text{м}^3/\text{год}$; за густини повітря $\rho = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$;

M – кількість шкідливих речовин, що надходить в приміщення, $\text{мг}/\text{год}$;

$C_{p.z.}$, $C_{вид}$, C_n – відповідні концентрації шкідливих речовин в повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Якщо $L_{p.z.} = 0$, тобто з робочої зони не видаляється повітря, то наведену формулу спрощують. Наприклад, повітрообмін за кількістю шкідливих речовин тоді можна розрахувати:

$$L_z = \frac{M}{C_{p.z.} - C_n}.$$

Вміст шкідливих речовин в повітрі, яке надходить у виробниче приміщення, не повинен перевищувати 0,3 ГДК.

За умови одночасного виділення у повітря робочої зони приміщення кількох шкідливих речовин односпрямованої дії повітрообмін приймають за тією шкідливою речовиною, для якої за розрахунком необхідний більший повітрообмін.

У випадку одночасного виділення кількох шкідливих речовин односпрямованої дії розрахований повітрообмін необхідний для розбавлення кожної з речовин до ГДК додають.

За одержаними даними проводиться розрахунок *кратності повітрообміну*, год^{-1} :

$$K = \frac{L}{V_B},$$

де L – повітрообмін, $\text{м}^3/\text{год}$;

V_B – внутрішній вільний об'єм приміщення,

$$V_B \approx 0,8V,$$

$$V_B \approx 0,8V,$$

де V – об'єм приміщення, м^3 .

Кратність повітрообміну показує скільки разів протягом години обмінюється повітря у приміщенні. Звичайно, $K = 1 \dots 10$.

Типова задача № 1. У складському приміщенні зберігаються розчинники. Газоаналізатором УГ-2 визначена наявність в повітрі робочої зони наступних речовин, що входять до складу розчинників: толуол, ксилол, ацетон, бутил-ацетат та ін.). Визначити кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення, щоб концентрація парів цих речовин у повітрі не перевищувала гранично допустиму концентрацію (ГДК), розрахувати кратність повітрообміну. Вважати, що концентрація парів шкідливих речовин в припливному повітрі, що подається у

приміщення, не перевищує 0,1 ГДК. Вихідні дані, необхідні для розрахунку, наведені в таблиці 4.9.

Пояснення до розв'язування задачі. У зв'язку з тим, що в повітря одночасно надходять пари декількох шкідливих речовин, необхідно врахувати, що якщо ці речовини не односпрямованої дії, то кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, приймають за тією шкідливою речовиною, яка потребує більшого об'єму повітря для розбавлення до ГДК. Тобто, необхідно провести розрахунок кількості повітря (L) за кожною забруднюючою речовиною і вибрати максимальну цифру для розрахунку кратності повітрообміну (K). Якщо речовини односпрямованої дії, то необхідно підсумувати значення L , розраховані для кожної окремої речовини і кратність повітрообміну розраховувати за сумарним значенням L .

Таблиця 4.9.

Вихідні дані до задачі № 1

Шкідливі речовини	ГДК, мг/м ³	Кількість шкідливих виділень, г/год									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ацетон	200	0,20	0,40	0,10	0,20	0,50	0,40	0,20	0,30	0,10	0,60
Бензин-розчинник	300	-	0,30	0,40	0,10	0,50	0,20	0,10	0,50	0,60	0,40
Бутилацетат	200	0,20	-	0,50	0,40	-	0,60	0,20	0,40	0,10	0,15
Толуол	50	0,04	0,01	-	0,02	0,01	-	0,04	-	0,05	0,01
Ксилол	50	0,04	0,02	0,02	0,10	0,03	0,08	-	0,06	0,05	0,02
Об'єм приміщення, м ³	-	50	40	60	30	40	80	50	30	60	100

Типова задача № 2. Під час фарбування автомобіля в малярному відділенні випаровується бутиловий спирт в кількості 270 мг/год. Визначте необхідний повітрообмін L , м³/год, якщо ГДК бутилового спирту 10 мг/м³, а об'єм приміщення становить 56 м³.

Типова задача № 3. У повітрі робочої зони знаходиться три токсичні речовини односпрямованої дії: А, Б та В. $M_A=20$ мг/год; $ГДК_A=7$ мг/м³; $M_B=6$ мг/год; $ГДК_B=1$ мг/м³; $M_V=0,4$ мг/год; $ГДК_V=0,02$ мг/м³. До якого класу небезпеки відноситься кожна з речовин? Визначте необхідний повітрообмін L та його кратність, якщо об'єм приміщення складає 100 м³.

Типова задача № 4. У фарбувальному відділенні механоскладального цеху об'ємом 1000 м³ виділяються шкідливі речовини не односпрямованої дії: ацетон, бутилацетат, ксилол у кількості, вказаній в таблиці 4.10. Визначити кількість повітря, яке необхідно ввести в приміщення для розбавлення концентрації шкідливих речовин до їх ГДК ($ГДК_{\text{ацетону}}=200$ мг/м³, $ГДК_{\text{бутилацетату}}=200$ мг/м³, $ГДК_{\text{ксилолу}}=50$ мг/м³) і кратність повітрообміну.

Таблиця 4.10.

Вихідні дані до задачі № 4

Речовина	Кількість шкідливих речовин, г/год									
	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ацетон	35	35	20	10	25	15	10	25	40	10
Бутилацетат	10	8	13	12	10	15	13	15	14	13
Ксилол	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1

Типова задача № 5. Визначити кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення монтажного цеху об'ємом $V = 800 \text{ м}^3$, щоб концентрація аерозолі свинцю не перевищувала ГДК $= 0,01 \text{ мг/м}^3$, і кратність повітрообміну, якщо кількість аерозолі свинцю, що надходить у приміщення $M = 8 \text{ мг/годину}$. Прийняти, що в повітрі, яке надходить в приміщення, аерозоль свинцю відсутній.

Сумарна площа витяжних прорізів розраховується за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \frac{L}{3600 \cdot v},$$

де L – повітрообмін, $\text{м}^3/\text{год}$;

v – швидкість руху повітря в прорізах (м/с).

$$v = 1,42 \cdot \psi \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{т}}}{\rho_{\text{зовн}}}},$$

де ψ – коефіцієнт, що враховує швидкість руху повітря в прорізах (приймається рівним $0,5 \text{ м/с}$);

ρ – густина повітря, кг/м^3 ,

ΔP – надлишковий тиск повітря, що створюється за рахунок різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря.

Густина повітря залежить від температури і вологості і може бути емпірично розрахована за формулою:

$$\rho_t = \frac{353}{273 + t}.$$

Надлишковий тиск повітря (ΔP) розраховується за формулою:

$$\Delta P_{\text{т}} = g \cdot h \cdot (\rho_{\text{зовн}} - \rho_{\text{внутр}})$$

де h – відстань між центрами верхніх та нижніх прорізів для повітрообміну;

g – прискорення вільного падіння (10 м/с^2);

$$\rho_{\text{зовн}} = \frac{353}{(273 + t_{\text{зовн}})};$$

$$\rho_{\text{внутр}} = \frac{353}{(273 + t_{\text{сер}})},$$

де $t_{\text{сер}}$ розраховується за формулою:

$$t_{\text{сер}} = \frac{t_{\text{р.з.}} + t_{\text{вид}}}{2}.$$

Потрібний повітрообмін розраховуємо за формулою:

$$L = L_{\text{р.з.}} + \frac{Q}{c \cdot \rho \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{зовн}})},$$

де Q – кількість тепла, яке виділяється в приміщення за годину, кДж;
 c – теплоємність повітря кДж/кг (в інтервалі температур від 0 °С до 100 °С приймається за $1,01 \cdot 10^3$ Дж/кг);
 ρ – густина повітря, кг/м³ (дорівнює $\rho_{\text{внт}}$);
 $t_{\text{вид}}$ – температура повітря, що видаляється:

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{р.з.}} + \Delta t \cdot (H - 2),$$

де $t_{\text{р.з.}}$ – температура робочої зони;
 Δt – температурний градієнт за висотою приміщення, °С/м;
 H – відстань від підлоги до центру витяжних прорізів.
 Розрахунки здійснюються у такій послідовності: $t_{\text{вид}}$, $t_{\text{сер}}$, $\rho_{\text{зовн}}$, $\rho_{\text{внт}}$, L , ΔP , v , S .

Типова задача № 6. За наведеною вище методикою розрахувати загальну площу витяжних прорізів для аерації за наведеними вихідними даними. Прийняти прискорення вільного падіння за 10 м/с², коефіцієнт зменшення тиску повітря в прорізах $\psi = 0,5$, відстань між центрами верхніх та нижніх прорізів 2,5 м, інші дані наведені в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11.

Вихідні дані до задачі № 6

Вихідні дані	Варіанти			
	1	2	3	4
Розміри приміщення (довжина/ ширина/ висота), м	10/5/4	20/12/6	40/20/8	25/12/6
Температура повітря в робочій зоні/зовні, С°	18/5	20/4	21/10	22/15
Кількість тепла, яке виділяється в приміщення за годину, кДж	300000	500000	700000	400000
Температурний градієнт за висотою приміщення (Δt), С°/м	1,5	3	5	4

РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Відомо, що 80 % інформації зовнішнього світу людина отримує через очі. Якість інформації залежить від освітлення. Тому правильно організована система освітлення має велике значення в зниженні виробничого травматизму, створює нормальні умови для роботи органів зору, підвищує працездатність організму і відповідно, продуктивність праці: за зорової роботи середньої важкості на 5...6 %, за важкої зорової роботи на 15 %, а за роботи в межах зорового сприйняття – на 40 %.

Основним нормативним документом, що визначає вимоги до організації освітлення в Україні, є ДБН В. 2.5–28–2018 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення».

У залежності від джерела світла виробниче освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла; суміщеним, за якого недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двостороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, що здійснюється через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване – поєднання верхнього та бокового освітлення.

Попередній розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів за формулою:

$$S_{\text{с}} = (e_{\text{н}} \cdot K_{\text{б}} \cdot K_{\text{з}} \cdot \eta_{\text{с}} S_{\text{п}}) / (\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100),$$

де $S_{\text{с}}$ – площі ліхтарів, вікон, м²;

$e_{\text{н}}$ – нормоване значення КПО, % визначається за формулою:

$$e_{\text{н}} = e \cdot m,$$

де e – значення КПО за табл. 4.12;

m – коефіцієнт світлового клімату за таблицею 4.13.

$S_{\text{п}}$ – площа підлоги, м²;

$K_{\text{б}} \text{ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які знаходяться напроти, приймається в межах } 1 \dots 1,5$;

$K_{\text{з}}$ – коефіцієнт запасу, приймається 1,5...2;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5,$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу (визначається за табл. 4.14.);

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі (визначається за табл. 4.6.);

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (за бокового освітлення $\tau_3=1$; за верхнього – $\tau_3=0,8-0,9$);

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях (визначається за табл. 4.14.);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 0,9);

r_1, r_2 – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок відбиття відповідно за бокового і верхнього освітлення;

Середній коефіцієнт відбиття ρ_{cp} стелі, стін, підлоги визначається за формулою:

$$\rho_{cp} = \frac{\rho_{стелі} S_{стелі} + \rho_{стін} S_{стін} + \rho_{підлоги} S_{підлоги}}{S_{стелі} + S_{стін} + S_{підлоги}},$$

$\rho_{стелі}, \rho_{стін}, \rho_{підлоги}$ – відповідні коефіцієнти відбиття (табл. 4.15.);

$S_{стелі}, S_{стін}, S_{підлоги}$ – відповідні площі поверхонь.

η_v – світлова характеристика вікна (вибирається із табл. 4.16.);

Значення коефіцієнта g_1 визначається за таблицею 4.17. в залежності від параметрів приміщення та ρ_{cp} .

Таблиця 4.12.

Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень
(ДБН В. 2.5–28–2018)

Характеристика зорових робіт	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Штучне освітлення	Природне освітлення
				Освітленість, лк	КПО, %
				загальне освітлення	бокове освітлення
Середньої точності	0,5-1	IV	а	300	1,5
			б	200	
			в	200	
			г	150	
Малої точності	1-5	V	а	200	1,0
			б	150	
			в	150	
			г	100	
Груба	Більше 5	VI	—	150	0,5

Таблиця 4.13.

Значення коефіцієнта світлового клімату

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

Таблиця 4.14.

Значення коефіцієнтів τ_1 τ_2 τ_4

Вид світло пропускнуго матеріалу	Значення τ_1	Вид віконної рами	Значення τ_2	Сонцезахисні пристрої	Значення τ_4
Скло віконне листове:		Віконні рами для промислових будівель:		Регульовані жалюзі та штори (внутрішні, зовнішні)	1
одинарне	0,9				
подвійне	0,8				
потрійне	0,75	а) дерев'яні:		Стаціонарні жалюзі та екрани із захисним кутом не більше 45°:	
Скло листове:		одинарні	0,75		
армоване	0,6	спарені	0,7		
з візерунком	0,65	подвійні окремі	0,6		
сонцезахисне	0,65	б) металеві:		- горизонтальні	0,65
контрастне	0,75	одинарні		- вертикальні	0,75
Органічне скло:		(відкриваються)	0,75	Горизонтальні козирки:	
прозоре	0,9	одинарні (глухі)	0,9		
молочне	0,6	подвійні (відкриваються)	0,6	- із захисним кутом не більше 30°	0,8
Пустотілі скляні блоки:		подвійні (глухі)	0,8	- із захисним кутом від 15 до 45° (багатоступеневі)	0,6-0,9
світлорозсіюючі	0,5				
прозорі	0,55				
Склопакети	0,8				

Таблиця 4.15.

Орієнтовні значення коефіцієнтів відбиття стелі ($\rho_{\text{стелі}}$) та стін ($\rho_{\text{стін}}$)

Стан стелі	$\rho_{\text{стелі}}, \%$	Стан стін	$\rho_{\text{стін}}, \%$
Свіжовибілена	80–65	Свіжовибілені з вікнами *	75–65
Побілена в сирих приміщеннях	65–40	закритими білими шторами	
Бетонна чиста	55–45	Свіжовибілені з вікнами	55–45
Бетонна брудна	35–25	без штор	
Світла дерев'яна (полакована)	60–45	Бетонні з вікнами	35–25
Темна дерев'яна (нефарбована)	30–25	Обклеєні світлими шпалерами	40–25
Брудна (кузні, склади вугілля)	20–10	Обклеєні темними шпалерами	15–5
		Цегляні не штукатурені	15–10

Таблиця 4.16.

Значення світлової характеристики вікон (η_v за бокового освітлення)

Відношення довжини приміщення (L) до його глибини (B)	Відношення глибини приміщення (B) до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна (h)							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

Таблиця 4.17.

Значення коефіцієнта τ_1

В/н	l/B	Значення τ за бокового освітлення								
		Середній коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{ср}}$ стелі, стін і підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення L до його глибини B								
		0,5	1	>2	0,5	1	>2	0,5	1	>2
Від 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1,0	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
>1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
	1,0	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
> 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1,0	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
>3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1,0	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5
Примітка: В – глибина приміщення; н – висота від рівня умовної робочої поверхні до верхнього краю вікна; l – відстань розрахункової точки (точка, яка знаходиться на відстані 1м від стіни, що розташована навпроти стіни з вікнами) до зовнішньої стіни.										

Типова задача № 7. Розрахувати бокове одностороннє природне освітлення (площу вікон) для виробничої дільниці підприємства громадського харчування. Висота будівлі $H = 3,2$ м, висота робочої поверхні $h_p = 0,9$ м; $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$, $\rho_{\text{підлоги}} = 30\%$; вікна мають такі характеристики: скло подвійне, віконні рами – дерев'яні спарені, сонцезахисні пристрої – стаціонарні горизонтальні жалюзі. Будівля знаходиться в місті Чернігові (IV світловий пояс, вікна спрямовані на захід) і навпроти вікон дільниці, що зорієнтовані на захід немає затіняючі об'єктів. Показати розташування вікон, накресливши план дільниці. Необхідні вихідні дані наведені в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18.

Вихідні дані до задачі № 7

Вихідні дані	Дані для розрахунку							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Розмір об'єкту розрізнення, мм	5	8	1	7	5	9	4	9
Розмір приміщення, м	20x10	30x10	40x10	20x20	15x10	20x10	10x10	30x10

РОЗРАХУНОК ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ. ВИБІР ДЖЕРЕЛА ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

За призначенням штучне освітлення буває *робоче, аварійне* (у разі відключення робочого освітлення), *евакуаційне, охоронне* (в нічний час).

Аварійне освітлення повинно складати не менше 5 % норми загального освітлення, але не менше 2 лк всередині приміщення і не менше як 1 лк на території.

Евакуаційне освітлення повинно забезпечити освітленість не менш як 0,5 лк в приміщенні і 0,2 лк на відкритих площадках.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж кордонів території, освітленість на рівні землі повинна бути не нижче ніж 0,5 лк.

Крім того, штучне освітлення буває:

- *загальним* (світильники розміщені рівномірно у верхній зоні приміщення);
- *місцевим* (безпосередньо на робочих місцях);
- *комбінованим* (загальне плюс місцеве). У виробничих приміщеннях одне місцеве освітлення не допускається.

Загальним називається освітлення, за якого світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати за умови робіт високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосовування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

Для розрахунку загального рівномірного штучного освітлення приміщень застосовується **метод коефіцієнта використання світлового потоку**, за допомогою якого визначають кількість світильників для даного приміщення.

Порядок проведення розрахунків:

1. Розраховують приблизну кількість світильників загального освітлення у приміщенні за формулою:

$$N = (A \cdot B) / L^2,$$

A і B – довжина і ширина приміщення, м;

H_p – висота підвісу світильників над рівнем робочої поверхні, м:

$$H_p = H - h_p - h_c,$$

$h_p = 0,8$ м, висота робочої поверхні над підлогою;

$h_c = 0,5$ м, відстань світлового центру світильника від стелі, або:

$$H_p = L / 1,5,$$

L – відстань між рядами світильників; оптимальна відстань між світильником за умови багаторядного розташування m , визначається:

$$L = 1,5 \cdot H_p.$$

2. Визначають світловий потік однієї лампи світильника Φ за формулою:

$$\Phi = (E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (N \cdot n \cdot \eta),$$

де E_n – нормована освітленість, лк, визначається за табл. 4.19. для відповідного розряду зорової роботи;

S – площа приміщення, що освітлюється, m^2 ;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп, визначається за довідником (для кабінетів, робочих приміщень громадських будівель, торговельних залів тощо $K_3 = 1,5$ за умови освітлення газорозрядними лампами, $K_3 = 1,3$ за умови освітлення лампами розжарювання);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп);

N – кількість світильників;

n – кількість ламп в світильнику (для світильників з газорозрядними лампами, прийняти тип світильника ЛПО-01 із кількістю ламп $n = 2$); для світильників з лампами розжарювання прийняти тип світильника УПМ-15 відповідно із $n = 1$);

η – коефіцієнт використання світлового потоку визначається за світлотехнічною табл. 5.1. в залежності від індексу приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі, стін для світильників з люмінесцентними лампами; значення η визначають в залежності від індексу приміщення i :

$$i = (A \cdot B) / (H_p \cdot (A + B)).$$

3. У результаті визначення світлового потоку лампи Φ , за табл. 4.20. вибирають найближчу стандартну лампу, водночас її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на $(-10) - (+20) \%$.

Розраховують необхідну кількість світильників у приміщенні N_H за формулою:

$$N = E_n S \cdot K_3 \cdot Z / (\Phi \cdot n \cdot \eta).$$

4. Розраховують очікувану освітленість у приміщенні E_p за необхідної кількості світильників N_H і відомих всіх інших значеннях за формулою:

$$E_p = (\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta) / (S \cdot Z \cdot K_3).$$

Типова задача № 8. Розрахувати систему загального рівномірного освітлення для торговельного залу, якщо приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{стелі}} = 70 \%$, $\rho_{\text{стін}} = 50 \%$, $\rho_{\text{підлоги}} = 30 \%$; висота приміщення $H=3,2\text{м}$; висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,9 \text{ м}$; відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5 \text{ м}$ (для світильників з лампами розжарювання). Тип світильників – ЛПО-01. Лампи для світильників за технічними характеристиками обрати самостійно (зважаючи на результат розрахунку значення світлового потоку однієї лампи). Інші вихідні дані наведені в табл. 4.21. Накреслити схему розташування світильників у приміщенні.

Таблиця 4.19

Коефіцієнти використання світлового потоку (η) світильників з газорозрядними лампами та лампами розжарювання

Тип світильника	УПМ-15			ЛПО-01		
$\rho_{\text{стелі}}, \%$	70	50	30	70	50	50
$\rho_{\text{стін}}, \%$	50	30	10	50	50	30
i	Коефіцієнти використання, $\eta, \%$					
0,5	22	20	17	25	23	20
0,6	32	26	23	31	29	24
0,7	39	34	30	36	34	28
0,8	44	38	34	39	37	32
0,9	47	41	37	42	41	35
1,0	49	43	39	46	44	38
1,1	50	45	41	48	46	41
1,25	52	47	43	51	49	44
1,5	55	50	46	55	53	49
1,75	58	53	48	58	57	52
2,0	60	55	51	61	59	55
2,25	62	57	53	63	62	57
2,5	64	59	55	65	64	59
3,0	66	62	58	68	66	62
3,5	68	64	61	70	68	64
4,0	70	66	62	71	69	66
5,0	73	69	64	75	72	70

Таблиця 4.20.

Технічні дані деяких ламп розжарювання та люмінесцентних ламп

Лампи розжарювання загального призначення (U=220 В)			Люмінесцентні лампи загального призначення			
Потужність, Вт	Тип лампи*	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Тип лампи*	Світловий потік, лм	Довжина лампи, м
25	В	220	20	ЛДЦ	850	0,6
40	Б	400	20	ЛД	1000	0,6
40	БК	460	20	ЛБ	1200	0,6
60	Б	715	30	ЛДЦ	1500	0,9
60	БК	790	30	ЛД	1800	0,9
100	Б	1350	30	ЛБ	2180	0,9
100	БК	1450	40	ЛДЦ	2200	1,2
150	Г	2000	40	ЛД	2500	1,2
150	Б	2100	40	ЛБ	3200	1,2
200	Г	2800	80	ЛДЦ	3800	1,5
200	Б	2920	80	ЛД	4300	1,5
300	Г	4600	80	ЛБ	5400	1,5

Примітка*: В – вакуумна, Б – біспіральна, БК – біспіральна криптонова, Г – газонаповнена, ЛДЦ – денного світла з покращеним відтворенням кольору, ЛД – денного світла, ЛБ – білого світла.

Таблиця 4.21.

Вихідні дані до задачі № 8

Вихідні дані	Дані для розрахунку									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Розряд і підрозряд робіт	IV б	IV б	V а	IV в	V б	V в	IV г	V г	IV г	VI
Розмір приміщення, м	20x10	12x5	14x10	15x10	16x10	14x15	10x10	15x10	20x10	15x5

Джерела світла для організації штучного освітлення

Згідно з ДБН В. 2.5–28–2018 для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби. Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості або техніко-економічної недоцільності використання розрядних ламп. Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється.

Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, зокрема галогенні.

Основними вимогами, що ставляться до сучасного освітлення є наступні: забезпечення найкращих умов зорової роботи, керування освітленням безпосередньо із робочого місця, енергоефективність, енергозбереження протягом усього періоду експлуатації, мінімізація шкоди навколишньому середовищу.

У виборі штучних джерел освітлення до уваги приймаються показники, головними з яких є світловий потік, передача кольорів, розподіл яскравості. Кожен з цих показників має чіткі цифрові значення, так, в ДБН В. 2.5–28–2018 нормується показник засліпленості P , коефіцієнт пульсації K_n , %, індекс кольоропередачі R_a .

У виборі типів ламп для організації виробничого освітлення необхідно враховувати їх світлотехнічні характеристики (потужність, світловіддача, передача кольору), строк служби, економічність, а також екологічність.

Найбільш широкого використання для забезпечення штучного освітлення набули розрядні лампи (люмінесцентні, ртутні, високого тиску дугові типу ДРЛ та ін.), які випромінюють світло в результаті електричного розряду в атмосфері інертних газів і парів металів, а також за рахунок явища люмінесценції.

Розрядні лампи відрізняються низкою переваг:

- випромінюють світло, близьке до природного;
- мають тривалий термін дії – 5...20 тисяч годин;
- світловіддача 30...80 лм/Вт;
- низька температура поверхні колби;
- низька потужність живлення (трубчаста люмінесцентна лампа потужністю 23 кВт або компактна люмінесцентна лампа потужністю 10 кВт здатна замінити лампу розжарювання потужністю 100 кВт).

Найбільш розповсюдженим різновидом подібних джерел є ртутна люмінесцентна лампа (рис. 4.1.). Це скляна трубка, заповнена парами ртуті, з нанесеним на внутрішню поверхню шаром люмінофора.

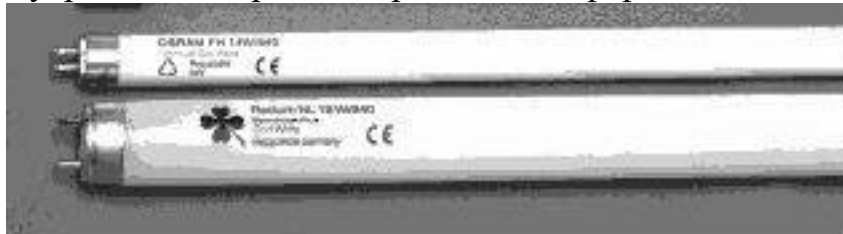


Рис. 4.1. Стандартна трубчаста люмінесцентна лампа

Електроди люмінесцентної лампи – це вольфрамові нитки, вкриті пастою із лужноземельних металів, яка забезпечує стабільний тліючий розряд (у разі її відсутності, вольфрамові нитки перегрілися б і згоріли). У процесі роботи, особливо за умови частих пусків, ця паста поступово обсіпається з електродів, вигорає, випаровується, що спричиняє перегрів електрода (звідси потемніння на кінцях лампи, яке спостерігається ближче до закінчення терміну служби).

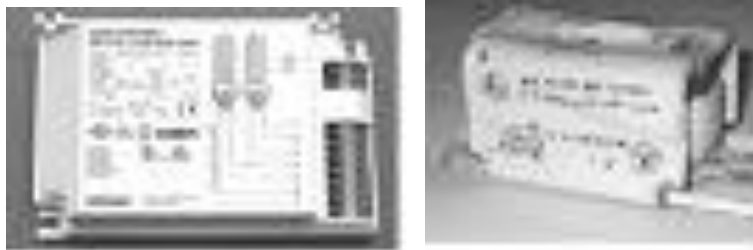
Під час роботи люмінесцентної лампи між двома електродами, що знаходяться у протилежних її кінцях, виникає тліючий електричний розряд. Лампа заповнена парами ртуті і струм, що проходить через неї, призводить до появи УФ-випромінювання. Внутрішні стінки лампи вкриті спеціальною речовиною – люмінофором, що поглинає УФ-випромінювання і випромінює видиме світло. Змінюючи склад люмінофора можна змінювати відтінок світіння лампи.

Оскільки люмінесцентна лампа має від’ємний диференційний опір, (чим більший струм через неї проходить – тим менше її опір), то її підключають до мережі через спеціальний пристрій (баласт). Це запобігає передчасному виходу

лампи з ладу. Наразі використовуються два типи баластів – електромагнітний і електронний (рис. 4.2.).

Електромагнітний баласт (рис. 4.2 а.) – індуктивний опір (дросель), який підключається послідовно з лампою. Для запуску лампи з таким типом баласту необхідний також стартер. Перевагами такого типу баласту є його простота і невисока вартість. Недоліки – мерехтіння ламп (за частоти струму 50 Гц пульсація лампи відбувається 100 разів в секунду), що підвищує стомлюваність, негативно позначається на зорі, та може спричинити до виникнення стробоскопічного ефекту; відносно довгий запуск (зазвичай 1...3 сек., час збільшується залежно від зносу лампи); більше споживання енергії в порівнянні з електронним баластом. Дросель також може видавати низькочастотний гул.

Електронний баласт (рис. 4.2 б.) – електронна схема, яка підвищує частоту струму, що живить лампу в 10...100 разів (20...60 кГц). Перевагами такого баласту є відсутність мерехтіння і гулу, більш компактні розміри і менша маса, у порівнянні з електромагнітним баластом, час запуску 0,5...1 сек.



а

б

Рисунок 4.2. Електромагнітний (а) та електронний баласт (б)

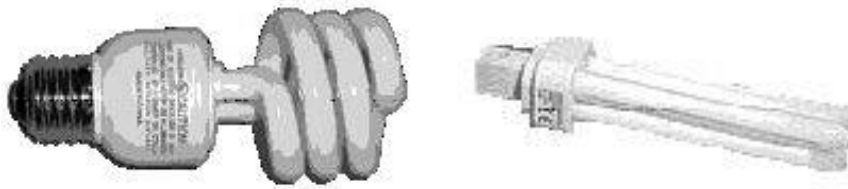
Люмінесцентні лампи дають можливість створювати світло різного спектрального складу – теплий, природний, білий, денний, що може істотно збагатити колірну палітру. Існують спеціальні рекомендації з вибору типу люмінесцентних ламп (кольоровості світла) для різних галузей застосування. Для освітлення виробничих приміщень широко застосовуються люмінесцентні лампи (трубчасті): білого світла (ЛБ), теплого білого світла (ЛТБ), холодного білого світла (ЛХБ), денного світла (ЛД), з кращою передачею кольорів (ЛДЦ).

За стандартами люмінесцентні лампи денного світла поділяють на колбні (трубчасті) і компактні.

Колбні лампи – це лампи у виді скляної трубки. Вони відрізняються за діаметром і за типом цоколя. Прикладом такої лампи є вітчизняна люмінесцентна лампа потужністю 20 Вт («ЛБ-20») та її європейський аналог – Т8 18W.

Лінійна форма люмінесцентної лампи у низці випадків є незручною. З метою одержати більш компактне джерело світла виготовляються лампи кільцевої, U- та W-подібної форм. Кільцеві лампи випускають потужністю в 20...40 Вт, U-подібні – 15...80 Вт, W-подібні – 30 Вт.

Компактні люмінесцентні лампи (рис. 4.3.) – лампи із зігнутою трубкою, вони відрізняються типом цоколя.



а

б

а – інтегровані компактні лампи, мають вбудований баласт і стартер; різьблення E14, E27 і E40 дозволяє монтаж у стандартні побутові і промислові патрони; недолік – великі габарити пускової частини, що виключає можливість монтажу в більшість настінних світильників

б – лампи G24Q1, G24Q2 і G24Q3, не мають вбудованого стартера, потужність 13...36 Вт; застосовуються як у промислових, так і в побутових світильниках

Рисунок 4.3 – Типи компактних люмінесцентних ламп

Перевагою компактних ламп є стійкість до механічних ушкоджень і невеликі розміри. Цокольні гнізда для таких ламп дуже прості для монтажу в звичайні світильники, термін їх служби складає від 6000 до 15000 годин.

Віддаючи перевагу люмінесцентним лампам, враховуючи такі їх переваги, як висока економічність, різноманітний за кольоровістю випромінювання асортимент, можливість наближення колірних характеристик до характеристик різних фаз денного світла, великий термін служби не варто забувати і про їхні недоліки.

До *недоліків люмінесцентних ламп* відносяться: складність включення і втрати потужності в пусковому баласті (до 20...30 %), залежність світлових характеристик лампи від температури навколишнього середовища, значне зниження світлового потоку перед закінченням терміну служби, пульсація світлового потоку за умови живлення ламп змінним струмом.

Схеми вмикання ламп постійно удосконалюються, що дозволяє поступово знижувати втрати в пускових баластах і зменшувати вагу і габарити останніх.

Залежність світлових і електричних характеристик ламп від температури колби зумовлена фізичними особливостями ртутного розряду. Температура колби значною мірою визначається температурою навколишнього середовища. Тому, температура повітря, що оточує лампу, повинна бути в межах 5...50 °С, водночас номінальні світлові потоки ламп гарантуються тільки в межах температур повітря 18...25 °С, що відповідає температурі її стінок 40-50 °С. У закритих світильниках температура повітря значно перебільшує обумовлені межі, внаслідок чого лампи в процесі нормальної експлуатації створюють світловий потік, нижчий за номінальний.

Серед люмінесцентних ламп перевагами в роботі за підвищеної температури навколишнього середовища відрізняються амальгамні лампи, в яких ртуть міститься у вигляді амальгами. У залежності від способу установки, їх застосовують для роботи в одному з двох режимів: за температури навколишнього повітря 5...30 °С або за температури 30...60 °С, за такої умови в останньому випадку ці лампи дають світловий потік на 25 % більше, ніж стандартні.

Пульсація характерна для лінійних (трубчастих люмінесцентних ламп), які підключаються до електромережі за допомогою електромагнітного баласту. Тому, однолампові трубчаті світильники рекомендується використовувати в неробочих зонах приміщення. У багатолампових світильниках цей недолік практично усувається. У приміщеннях, де можливе виникнення стробоскопічного ефекту, необхідно забезпечити вмикання сусідніх світильників на 3 фази живильної напруги або вмикання їх у мережу за допомогою електронного баласту.

До недоліків освітлювальних установок із люмінесцентними лампами належить також необхідність спеціальної утилізації ламп, що вийшли із ладу. Усі люмінесцентні лампи містять ртуть (у дозах від 40 до 70 мг). Ця доза може заподіяти шкоду здоров'ю, і якщо постійно піддаватися пагубному впливу парів ртуті, то вони будуть накопичуватися в організмі людини, завдаючи шкоди здоров'ю. У компактних люмінесцентних лампах міститься 2...3 мг ртуті; в деяких типах амальгамних компактних люмінесцентних ламп ртуті в чистому виді практично немає – вона знаходиться в зв'язаному стані.

Поряд із люмінесцентними лампами для організації місцевого освітлення використовуються галогенні лампи.

Галогенні лампи (рис. 4.4.) за структурою і принципом дії подібні до ламп розжарювання. Але вони містять у газі-наповнювачі незначні добавки галогенів (бром, хлор, фтор, йод) або їхні сполуки. За допомогою цих добавок є можливість усунути потемніння колби (викликане випаром атомів вольфраму) і зумовлене цим зменшення світлового потоку.

До переваг галогенних ламп у порівнянні із лампами розжарювання відносяться наступні:

- за мінімальної витрати електроенергії забезпечують максимальне освітлення;
- мають у декілька разів більший строк служби (у 2...4 рази вище, ніж у ламп розжарювання);
- виробляють більш яскраве біле світло;
- більш якісно передають колір освітлюваних предметів;
- випускаються в більшому асортименті;
- дозволяють краще управляти світловим пучком і направляти його із більшою точністю;
- відрізняються міцністю, стійкістю до частих перепадів атмосферного тиску і до різкої зміни температури.

У галогенній лампі металевий вольфрам, що випаровується в результаті розжарювання нитки, не осаджується на відносно холодних стінках колби, а утворює летку сполуку з галогеном. Галогенід вольфраму циркулює в об'ємі колби, і, досягаючи розжареної вольфрамової нитки, розкладається на вихідні компоненти. Галоген повертається в цикл, а металевий вольфрам частково осідає на нитку, а частково залишається у виді "атмосфери" навколо нитки.

Підвищена концентрація парів вольфраму в безпосередній близькості від нитки різко сповільнює подальше його випаровування, у результаті чого нитка не стає тоншою, а скло залишається прозорим. Уповільнення випаровування

вольфраму дає змогу сильніше розжарити нитку, що дозволяє наблизити колір її випромінювання до природного сонячного.

Колба галогенної лампи виконується з тугоплавкого кварцового скла, що є більш стійким до високої температури і хімічних впливів. Кварцове скло – жароміцний матеріал, а маленькі габарити гарантують міцність, достатню для того, щоб створювати більш високий тиск газу. Тому розмір колби в галогенних лампах розжарювання може бути сильно зменшений, унаслідок чого з одного боку можна підвищити тиск у газі-наповнювачі, і з іншого – є можливим застосування дорогих інертних газів (криптоні і ксеноні) у якості газів-наповнювачів. Усе це дозволяє підвищити температуру спіралі, у результаті чого збільшується світловіддача і термін служби лампи.

Галогенні лампи нового покоління (рис. 4.4 а.), мають покриття, що пропускає тільки видиме світло, а інфрачервоне повертає на спіраль, де воно частково поглинається, тобто частина енергії частково перетворюється знову у світло, що значно підвищує світловіддачу.

Галогенні лампи бувають двох видів: високовольтні, працюючі під напругою 220 В (рис. 4.4 б.) і низьковольтні, на 6, 12, 24 і 36 В. Частіше застосовують 12-вольтні лампи.

Перевага низьковольтних ламп – підвищена безпека, особливо в умовах підвищеної вологості, і більш довгий термін служби.

Середній термін служби 220-вольтних ламп – 2000 годин, 12-вольтних – 4000. Однак для них потрібний трансформатор, що знижує напругу з 220 до 12 В і окрема проводка.



а



б

а – низьковольтна галогенна лампа з відбивачем (потужність 10 Вт, напруга 12 В);

б – високовольтна галогенна лампа (потужність 40 Вт, напруга 230 В)

Рис. 4.4. Різновид галогенних ламп Electrum

Галогенні лампи також мають недоліки:

1. Колби галогенних ламп мають властивість сильно нагріватися (до 500 °С), тому варто неухильно дотримуватись норм протипожежної безпеки у разі установки ламп. Доторкання до включеної або недостатньо остиглої лампи може призвести до серйозних опіків. Та й остиглу лампу не слід брати голими руками. Від цього на колбі лампи залишаються жирні плями, після ввімкнення жир під дією високої температури обвуглюється, чорні частки вугілля поглинають тепло і

сильно розжарюються. Через місцевий перегрів колба може лопнути, і лампа вибухнути.

Лампу варто брати, використовуючи чисті тканинні рукавички, шматок чистої тканини або паперову серветку. Якщо колба чимось забруднена, її потрібно протерти спиртом.

Останнім часом широкого розповсюдження набули галогенні лампи низької напруги з відбивачем. У цих лампах до двох третин інфрачервоного випромінювання лампи відбивається напівпрозорим дзеркалом, тому освітлювані об'єкти менше піддаються нагріванню.

2. Чутливість до стрибків напруги у мережі живлення і за несприятливих умов можуть швидко вийти з ладу; тому їх бажано вмикати через стабілізатор напруги. Для досягнення найбільшої ефективності лампи її доцільно використовувати на повній потужності, заявленої виробником. Однак її яскравість можна регулювати за допомогою стандартних світлорегуляторів. Знижуючи потужність лампи, можна знизити або навіть відключити роботу галогенного циклу, і вона почне працювати як звичайна лампа розжарювання. Для відновлення роботи галогенів і зняття металевих часток вольфраму, що осіли на стінки колби, досить на кілька хвилин увімкнути лампу на повну потужність.

3. У спектрі випромінювання присутній надлишок ультрафіолету, що шкідливий для здоров'я. Тому, їх не рекомендується використовувати без спеціальних фільтрів.

І все-таки, незважаючи на всі перераховані вище недоліки, галогенні і люмінесцентні лампи – це джерела штучного світла нового покоління, що за своїми характеристиками істотно перевершують традиційні лампи розжарювання.

Світлодіодні енергозберігаючі лампи (рис. 4.5.)

Призначені для використання як на вулиці, так і усередині приміщення, поєднують у собі традиційне виконання (цоколь E-27, E-14, MR-16, GU-10) насиченість та чистоту кольору і високу надійність. Джерелом світла в таких лампах є білий світлодіод. В основі приладу є синій світлодіод із сполук Галію й Індію з Нітрогеном. Його світло, потрапляючи на шар з алюмінію, галію, індію і фосфору, породжує жовтогарячі промені. Суміш синього і жовтогарячого світла сприймається людським оком як біле. Білий світлодіод може мати світловіддачу 330 лм/Вт (найкращі люмінесцентні лампи мають 50...90 лм/Вт, а лампи розжарювання – 10...20 лм/Вт).

У разі застосування таких ламп відпадає необхідність використання, як електронних баластів, так і схем з використанням дроселів, стартерів. Світлодіодні лампи споживають у два рази менше електроенергії в порівнянні з люмінесцентними лампами, а їхній термін служби в 10 разів довший. Монтаж цих ламп є досить простим.



а – світлодіодна лампа високої яскравості: усередині 1 CREE світлодіод (потужність кожного – 3 Вт, яскравість – 120 лм); б – світлодіодна лампа високої яскравості: усередині 5 CREE світлодіод (потужність кожного – 1Вт, яскравість – 300 лм)

Рис. 4.5. Різновид світлодіодних ламп з цоколем Е-27, напруга 220 В

Серед інших переваг світлодіодних ламп слід зазначити наступні:

- безпека для навколишнього середовища;
- мінімальне виділення тепла: майже вся електроенергія витрачається на виділення світла, тим самим досягається її істотна економія;
- відсутність шуму, що робить їх незамінним джерелом світла в таких місцях як бібліотеки, лікарні, офіси тощо;
- м'яке світло і відсутність мерехтіння;
- відсутність ультрафіолетового випромінювання;
- різна робоча напруга: можуть працювати від напруги в діапазоні від 80 до 230 В;
- економія електроенергії, довгий термін служби: споживають на 50...70 % менше електроенергії, ніж лампи розжарювання;
- міцність і безпека: корпус виконаний з міцного полікарбонатного пластику, що набагато міцніший звичайного скла, з якого зроблені люмінесцентні лампи.

Слід також зазначити, що світлодіодні лампи, що пропонуються сьогодні на ринку, мають менший світловий потік, ніж люмінесцентні. Наприклад, стандартна люмінесцентна лампа ЛБ-20, з потужністю 20 Вт, створює світловий потік 1200 лм.

Для створення аналогічного світлового потоку світлодіодними лампами необхідно 10 ламп високої яскравості з одним CREE-світлодіодом із світловіддачею 120 лм, потужність яких складе 30 Вт (10×3 Вт).

Отже, з точки зору досягнення необхідного рівня освітлення за мінімального споживання електроенергії, найбільш ефективними на сьогоднішній день є люмінесцентні лампи. Але більш надійними і безпечними, як для здоров'я людини, так і для навколишнього середовища, є світлодіодні лампи.

ЗАХИСТ ВІД ВИРОБНИЧОГО ШУМУ

Мета: навчитися визначати рівень звукового тиску, який створюється декількома джерелами шуму на робочому місці, оцінити його відповідність санітарним нормам виробничого шуму; навчитись визначати зниження шуму матеріалом ізолюючої перегородки, запропонувати засоби захисту, за допомогою яких можна досягти потрібного зниження шуму.

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

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

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

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

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

Під *шумом* розуміють несприятливе поєднання звуків різної інтенсивності, частоти і тиску, які впливають на організм людини, заважають відпочивати і працювати. З фізіологічної точки зору шум – це будь-який небажаний звук, що сприймається органом слуху людини.

Звук характеризується частотою звукових коливань, звуковим тиском та інтенсивністю.

Для оцінки та аналізу шумів весь слуховий діапазон частот ($f = 20 \dots 20000$ Гц) розбивають на смуги – *октави* – смуга частот, у якій відношення верхньої частоти до нижньої дорівнює двом.

Характеристикою кожної смуги є середньгеометрична частота f_{cg} , яка для октави вираховується за виразом $f_{cg} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$. Значення f_{cg} для восьми стандартизованих октавних смуг дорівнюють 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Звуковий тиск P , Па – це різниця між миттєвим значенням повного тиску у середовищі за наявності звуку та середнім тиском у цьому середовищі за відсутності звуку.

Інтенсивність звуку I , Вт/м² – це середній потік звукової енергії за одиницю часу, віднесений до одиниці площі поверхні перпендикулярної до напрямку розповсюдження звукової хвилі.

Для фізіологічної оцінки інтенсивності та звукового тиску використовують відносні величини – рівень інтенсивності звуку L_I та рівень звукового тиску L_p , одиницею вимірювання яких є децибел (дБ):

$$L_I = 10 \lg(I/I_0),$$

а рівень звукового тиску L_p в дБ:

$$L_p = 10 \lg (P/P_0)^2 = 20 \lg(P/P_0),$$

де I і P відповідно інтенсивність і звуковий тиск в даній точці,

I_0 і P_0 – інтенсивність і звуковий тиск порогу чутності.

Для орієнтовної гігієнічної оцінки параметрів постійного широкосмугового шуму на робочих місцях, що нормуються, дозволяється за характеристику постійного шуму приймати рівень звуку в дБА, який вимірюється за шкалою “А” шумоміра:

$$L_A = 20 \lg(P_A/P_0),$$

де P_A – середньоквадратичний звуковий тиск з урахуванням коригування “А” шумоміра, Па;

P_0 – порогове значення звукового тиску, Па.

Коригування полягає у введенні поправок до рівнів звукового тиску в залежності від частоти. Коригований рівень звукового тиску дорівнює:

$$L_A = L - \Delta L_A,$$

де L – значення загального рівня шуму; ΔL_A – корекція, дБ.

Коригування необхідне, для наближення результатів об’єктивних вимірювань до суб’єктивного сприйняття шуму людиною.

Таблиця 4.22.

Стандартні значення коригування

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

Норми шуму на робочих місцях регламентуються Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99. Під час нормування шуму враховується характер роботи та умови технологічного процесу.

Параметрами постійного шуму на робочих місцях, що нормуються, є рівні звукових тисків в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц в децибелах.

Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів згідно з ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (табл.. 4.23.).

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

Таблиця 4.23.

Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях

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

Визначення рівня звукового тиску за умови одночасно працюючих джерел шуму

Сумарний рівень звукового тиску від декількох джерел шуму визначається за формулою:

$$L_{\text{сеп}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i},$$

де L_i – октавний рівень звукового тиску джерела, що розглядається, дБ ;

i – номер джерела;

n – загальна кількість джерел в приміщенні.

У разі n однакових джерел шуму формула має вигляд:

$$L_s = L_i + 10 \cdot \lg n,$$

де L_i – октавний рівень звукового тиску одного джерела,

n – кількість джерел.

За двох різних джерел шуму $L_1 > L_2$:

$$L_s = L_1 + \Delta L,$$

де ΔL – добавка, визначається із таб. 4.14. в залежності від різниці $L_1 - L_2$.

Якщо кількість джерел $n > 2$, то користуючись табл. 4.24. необхідно послідовно додавати рівні, починаючи із максимального. Спочатку визначають різницю двох додаваних рівнів, потім – добавку до більш високого з додаваних рівнів. Після цього добавку слід додати до більшого з додаваних рівнів.

Наприклад: рівні звукового тиску від п'яти джерел шуму становлять відповідно 81, 83, 87, 90, 91, для того, щоб знайти сумарний рівень звукового тиску L_s спочатку знаходимо різницю між значенням звукового тиску найбільш інтенсивного джерела і джерела із наступною інтенсивністю: $L_{\text{різн1}} = 91 - 90 = 1$; із таблиці вибираємо $\Delta L_{\text{дод1}} = 2,5$. Знаходимо сумарний рівень звукового тиску для двох джерел L_{s1} , додаючи ΔL_1 до значення звукового тиску найбільш інтенсивного джерела: $L_{s1} = 91 + 2,5 = 93,5$ дБ. Далі шукаємо різницю між знайденим $L_{\text{різн2}}$ двох джерел із наступним значенням звукового тиску:

$$L_{\text{різн2}} = 93,5 - 87 = 6,5, \text{ отже } \Delta L_2 = 0,9, \text{ тоді } L_{s2} = 93,5 + 0,9 = 94,4 \text{ дБ};$$

$$L_{\text{різн3}} = 94,4 - 85 = 9,4; \Delta L_3 = 0,5; L_{s3} = 94,4 + 0,5 = 94,9 \text{ дБ};$$

$$L_{\text{різн4}} = 94,9 - 83 = 11,9; \Delta L_4 = 0,3; L_{s4} = 94,9 + 0,3 = 95,2 \text{ дБ}$$

$$L_{\text{різн5}} = 95,2 - 81 = 14,2; \Delta L_5 = 0,2; L_{s5} = 95,2 + 0,2 = 95,4 \text{ дБ}$$

Знайдемо сумарний рівень звукового тиску від даних п'яти джерел

$$L_i = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot 81} + 10^{0,1 \cdot 83} + 10^{0,1 \cdot 85} + 10^{0,1 \cdot 90} + 10^{0,1 \cdot 91}) = 95,3$$

Таблиця 4.24.

Додавання рівнів звукового тиску

Різниця двох додаваних рівнів	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка ΔL до більш високого рівня	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Типова задача № 9. У офісному приміщенні одночасно працюють три установки (табл. 4.25.). Рівні звукового тиску, що випромінюються кожним джерелом, також наведені в табл. 4.25. Визначити сумарні октавні рівні звукового тиску одночасно працюючих джерел послідовним сумуванням. Порівняти отримані результати.

Таблиця 4.25.

Вихідні дані до задачі № 9

Рівень джерела шуму, дБА	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А, 80	+	–	+	–	+	–	–	–	+	–
Б, 84	–	+	–	–	+	+	–	+	–	+
В, 81	+	+	+	–	+	–	+	–	–	–
Г, 92	–	+	+	+	–	+	+	+	–	–
Д, 95	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+
Е, 96	–	–	–	+	–	+	+	–	+	+

Типова задача № 10. Визначити сумарний рівень звукового тиску за n однакових одночасно працюючих джерел шуму, рівновіддалених від розрахункової точки, за даними табл. 4.26.

Таблиця 4.26

Вихідні дані до задачі №10

Вихідні дані	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Звуковий тиск L_i , дБ	92	90	87	83	81	78	75	70	65	60
Кількість джерел звуку, n	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3

Методи та засоби захисту від шуму

Для боротьби з шумом застосовують методи і засоби колективного та індивідуального захисту. Згідно з ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму на підприємствах, в першу чергу, необхідно застосувати засоби колективного захисту. Методи колективного захисту поділяють на: архітектурно-планувальні, інженерні, організаційні та акустичні.

Серед акустичних методів захисту найбільш поширеним методом є застосування звукоізоляції у вигляді кожухів, екранів, огорожень, кабін спостереження (за дистанційного керуванні). В основу методу звукоізоляції покладений принцип відбиття – більша частина звукової енергії I , що падає на огороження відбивається і тільки незначна її частка (близько 0,001) проникає через огороження. Ефективність звукоізоляції R , дБ характеризується коефіцієнтом звукопровідності τ і розраховується за формулою:

$$R = 10 \lg (1/\tau),$$

де $\tau = E_{\text{прон}}/E_{\text{пад}}$ – коефіцієнт звукопровідності перешкоди,

де $E_{\text{прон}}$ – енергія звукової хвилі, що проникла через звукогороджувальну конструкцію, Вт;

$E_{\text{пад}}$ – енергія звукової хвилі, що падала на звукогороджувальну конструкцію, Вт.

Зазвичай $R = 20 \dots 40$ дБ. Звукоізолююча здатність багатошарової конструкції R , дБ визначається за формулою:

$$R = 20 \lg mf - 47,5,$$

де m – маса конструкції, кг/м²;

f – частота коливань, Гц;

Розрахунок звукоізоляції перегородки з шаром звукопоглинального матеріалу (ЗПМ).

Розрахунок здійснюється у восьми октавних смугах частот. Загальна звукоізоляція перегородки з шаром звукопоглинального матеріалу (ЗПМ) R_c визначається за формулою:

$$R_c = R + \Delta R,$$

де R – звукоізоляція перегородки (вибирається із табл. 4.27. в залежності від матеріалу перегородки);

ΔR – додаткова звукоізоляція за рахунок шару ЗПМ, дБ визначається за формулою:

$$\Delta R = 8,7\beta \cdot \delta + 20 \lg [(m_n + m_{nc})/m_n],$$

де β – коефіцієнт затухання, 1/м, (визначається за табл. 4.28.);

δ – товщина шару ЗПМ, м;

m_n – поверхнева густина матеріалу перегородки, кг/м² (вибирається із табл. 4.27.).

m_{nc} – поверхнева густина шару ЗПМ, кг/м² знаходиться за формулою:

$$m_{nc} = \rho \cdot \delta,$$

де, ρ – об'ємна густина ЗПМ, $\rho = 20$ кг/м³; δ – товщина шару ЗПМ, м.

Таблиця 4.27.

Звукоізоляція стін і перегородок, дБ

Конструкція	Товщина, мм	Поверхнева густина, кг/м ²	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Цегляна кладка	140	220	32	39	40	42	48	54	60	60
	270	420	36	41	44	51	58	64	65	65
	410	620	41	44	48	55	61	65	62	65
Залізобетонна панель	100	250	38	38	38	44	50	58	60	60
	160	400	43	43	43	51	60	63	63	63
	200	500	40	42	44	51	59	65	65	65
	300	750	44	44	50	58	65	69	69	69
Гіпсобетонна панель	80	115	32	32	33	39	47	54	60	60
Шлакобетонна панель	140	250	39	39	39	46	53	60	60	60
	250	400	42	42	42	50	59	64	64	64

Таблиця 4.28.

Коефіцієнти згущання β , 1/м

Звукопоглинаючий матеріал	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Полотно із супертонкого скловолокна	3	5	6	9	14	24	34	45
Полотно із супертонкого базальтового волокна	3	6	8	11	25	34	37	38

Типова задача № 11. Розрахувати звукоізоляцію перегородки з шаром звукопоглинального матеріалу (ЗПМ). Матеріал для перегородки і ЗПМ обрати згідно варіанту із табл. 4.29.

Таблиця 4.29.

Вихідні дані до задачі № 11

Вихідні дані	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Матеріал перегородки	Цегляна кладка			Залізобетонна панель				Гіпсобетонна панель	Шлакобетонна панель	
Товщина перегородки, мм	140	270	410	100	160	200	300	80	140	250
ЗПМ	Полотно із супертонкого скловолокна					Полотно із супертонкого базальтового волокна				
Товщина шару ЗПМ, мм	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Апостолюк С. О. Безпека праці: ергономічні та естетичні основи: Навч. посіб./ С. О. Апостолюк, В.С. Джигерей, А. С. Апостолюк [та ін.]. – Київ: Знання, 2007. – 288 с.
2. Гігієнічний регламент. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. № 52-2020
3. Виробнича санітарія : навч. посіб. / К. Н. Ткачук, В. Л. Филипчук, С. Ф. Каштанов [та ін.] ; за ред. К. Н. Ткачука. – Рівне : НУВГП, 2012. – 385 с.
4. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: Підручник. – Київ: Каравела, 2006. – 392 с.
5. Гранично допустимі концентрації ГДК та орієнтовні безпечні рівні діяння ОБРД забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць.
6. ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму.
7. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення.
8. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
9. ДСанПіН (Державні Санітарні Правила і Норми). Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.
10. "ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.
11. "ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.
12. ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
13. ДСН 239-96 Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань.
14. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
15. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
16. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
17. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами.
18. ДСТУ 12.4.141:2003 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту рук, одяг спеціальний і матеріали для їх виготовлення. Методи визначення опору порізу.
19. ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.
20. ДСТУ 3941-2000 Лазерна безпека. Терміни та визначення.

21. ДСТУ 4062-2001 Взуття спеціальне з верхом із шкіри для захисту від вібрації. Технічні умови. З поправкою (ІПС № 11-2002). Наказ від 04.09.2002 № 503
22. ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги. Наказ від 22.06.2015 № 61 Про прийняття нормативних документів України, гармонізованих з міжнародними та європейськими нормативними документами, національних стандартів України, скасування нормативних документів України та міждержавних стандартів в Україні
23. ДСТУ 7951:2015 Дизайн і ергономіка. Крісло оператора. Загальні ергономічні вимоги. Наказ від 22.06.2015 № 61 Про прийняття нормативних документів України, гармонізованих з міжнародними та європейськими нормативними документами, національних стандартів України, скасування нормативних документів України та міждержавних стандартів в Україні
24. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги. Наказ від 21.12.2015 № 204 Про прийняття нормативних документів України, гармонізованих з міжнародними та європейськими нормативними документами, національних стандартів України та змін до національних стандартів України
25. ДСТУ EN 12021:2017 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Стиснені гази для дихальних апаратів (EN 12021:2014, IDT). Наказ від 15.12.2021 № 502 Про прийняття національних стандартів
26. ДСТУ EN 166:2017 Одяг захисний. Засоби захисту для очей. Технічні характеристики (EN 166:2001, IDT). Наказ від 15.12.2021 № 510 Про прийняття національних стандартів
27. ДСТУ EN 352-3:2018 Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні вимоги. Частина 3. Навушники протишумові з кріпленням на промислову захисну каску (EN 352-3:2002, IDT). Наказ від 01.11.2018 № 388 Про прийняття та скасування національних нормативних документів, скасування змін до національних нормативних документів
28. ДСТУ EN 458:2005 Засоби індивідуального захисту органів слуху. Рекомендації щодо вибору, використання, догляду та обслуговування (EN 458:2004, IDT). Наказ від 25.07.2005 № 187 Про затвердження національних стандартів України та скасування нормативних документів
29. ДСТУ EN 50364:2016 Апаратура електронна, що працює в діапазоні частот від 0 Гц до 300 ГГц. Обмеження дії електромагнітних полів на людей від апаратури електронного спостереження, радіочастотного розпізнавання об'єктів та аналогічних застосувань (EN 50364:2010, IDT). Наказ від 08.12.2016 № 412 Про прийняття національних нормативних документів, гармонізованих з європейськими нормативними документами, та скасування національних нормативних документів

30. ДСТУ EN 60825-1:2019 Безпека лазерних виробів. Частина 1. Класифікація обладнання та вимоги (EN 60825-1:2014, IDT; IEC 60825-1:2014, IDT). Наказ від 21.12.2019 № 466 Про прийняття та скасування національних стандартів
31. ДСТУ EN 894-3:2017 Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів і органів керування. Частина 3. Органи керування (EN 894-3:2000 + A1:2008, IDT). Наказ від 28.12.2017 № 495 Про прийняття національних нормативних документів, гармонізованих з європейськими та міжнародними нормативними документами, скасування чинності національних нормативних документів
32. ДСТУ EN 943-1:2021 Одяг захисний. Захист від небезпечних твердих, рідких та газоподібних хімічних речовин, зокрема рідких та твердих аерозолів. Частина 1. Вимоги до експлуатаційних характеристик костюмів для захисту від хімічних речовин (газонепроникних) типу 1 (EN 943-1:2015 + A1:2019, IDT). Наказ від 20.12.2021 № 519 Про прийняття та скасування національних стандартів
33. ДСТУ EN ISO 11553-1:2022 Безпечність обладнання. Верстати для лазерного оброблення. Частина 1. Вимоги щодо лазерної безпеки (EN ISO 11553-1:2020, IDT; ISO 11553-1:2020, IDT). Наказ від 07.09.2022 № 181 Про прийняття та скасування національних стандартів, прийняття та скасування змін та поправок до національних стандартів
34. ДСТУ EN ISO 13688:2016 Одяг захисний. Загальні вимоги (EN ISO 13688:2013, IDT; ISO 13688:2013, IDT). Наказ від 31.10.2016 № 356 Про прийняття національних стандартів України, гармонізованих з європейськими нормативними документами, національного стандарту України та скасування нормативних документів України
35. ДСТУ EN ISO 13850:2016 Безпечність машин. Аварійне зупинення. Принципи проектування (EN ISO 13850:2015; ISO 13850:2015, IDT). Наказ від 30.12.2016 № 470 Про прийняття національних нормативних документів, гармонізованих з європейськими нормативними документами, скасування національних нормативних документів та внесення змін до наказу від 28.12.2016 № 462
36. ДСТУ EN ISO 20346:2018 Засоби індивідуального захисту. Взуття захисне (EN ISO 20346:2014, IDT; ISO 20346:2014, IDT). Наказ від 27.11.2018 № 440 Про прийняття та скасування національних стандартів, скасування поправок до національних стандартів
37. ДСТУ ISO 14001:2015 Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2015, IDT). Наказ від 21.12.2015 № 203 Про прийняття нормативних документів України, гармонізованих з міжнародними та європейськими нормативними документами, та скасування нормативних документів України
38. ДСТУ ISO 14004:2016 Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо запровадження (ISO 14004:2016, IDT) Наказ від 13.12.2016 № 426 Про

прийняття національних нормативних документів, гармонізованих з європейськими нормативними документами, та скасування національних нормативних документів, змін до національних нормативних документів

39. ДСТУ ISO 19011:2019 Настанови щодо проведення аудитів систем управління (ISO 19011:2018, IDT). Наказ від 18.12.2019 № 435 Про прийняття та скасування національних стандартів

40. ДСТУ ISO 8194-2001 Захист від радіації. Одяг для захисту від радіоактивного забруднення. Проектування, вибір, методи випробовування та використання (ISO 8194:1987, IDT). Наказ від 28.12.2001 № 658

41. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці: навч. посібник для вищих навч. закладів/ В. Ц. Жидецький [та ін.] ; ред. В. Ц. Жидецький; Укр. держ. лісотехнічний ун-т, Укр. академія друкарства. – Львів: Афіша, 2000. – 352с.

42. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: Підручник. / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигірей, О. В. Мельников – Львів: Афіша, 2006. — 349 с

43. Заїченко В. І. Курс лекцій з дисципліни «Виробнича санітарія» / В. І. Заїченко; Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 162с.

44. Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ Про охорону праці. Постанова від 14.10.1992 № 2695-ХІІ

45. Закон України від 16.10.1992 № 2707-ХІІ Про охорону атмосферного повітря

46. Закон України від 21.06.2001 № 2556-ІІІ Про внесення змін до Закону України Про охорону атмосферного повітря

47. Зеркалов Д. В. Основи охорони праці. Навч. посібник. - К.: Наук, світ, 2000. – 278 с.

48. Коржик Б. М. Основи охорони праці. Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України /За ред. проф. Коржика Б. М. – Харків: ХДАМГ, 2008. —105 с

49. Наказ від 11.07.2000 № 160 Про затвердження форм облікової статистичної документації, що використовується в санітарно-епідеміологічних закладах.

50. НПАОП 0.00-2.01-05 (НПАОП 0.00-8.24-05) Перелік робіт з підвищеною небезпекою. Наказ від 26.01.2005 № 15 Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Переліку робіт з підвищеною небезпекою

51. НПАОП 0.00-7.13-14. Вимоги до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу електромагнітних полів. Наказ від 05.02.2014 р. № 99 "Про затвердження Вимог до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу електромагнітних полів"

52. НРБУ-97/Д-2000 Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (ДГН 6.6.1. - 6.5.061-2000). 12.07.2000

53. Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці. Постанова Кабінету Міністрів України № 442 від 28.10.2016 р.
54. Постанова № 337 від 17.04.2019 Про затвердження Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві
55. СН 181-70 Вказівки з проектування колірної обробки інтер'єрів виробничих будівель промислових підприємств. Від 01.10.1970
56. Технічний регламент засобів індивідуального захисту (далі–ЗІЗ), затверджений Постановою Кабінету Міністрів України № 761 від 27.08.2008
57. Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека: навч. посіб. / К. Н. Ткачук, В. В. Зацарний, Р. В. Сабарно, С. Ф. Каштанов, Л. О. Мітюк, Л. Д. Третьякова, К. К.Ткачук, А. В. Чадюк. За ред. К. Н. Ткачука і В. В. Зацарного. – К.: 2009.
58. Ткачук К. Н.Виробнича санітарія: навчальний посібник/ К. Н. Ткачук [та ін.]. – Рівне: 2012. – 443 с.
59. Трахтенберг І. М., Коршун М. М., Чабанова О. В. Гігієна праці та виробнича санітарія. - К.: 1997. – 464 с.
60. Кундієв Ю. І. Гігієна праці: підручник/ Ю. І. Кундієв, О. П. Яворовський, А. М. Шевченко та ін./ За ред.. професора Ю. І. Кундієва, проф. О. П. Яворовського.- К.:ВСВ «Медицина»,2011.-904с.

ДОДАТКИ

Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 2.1 глави 2 розділу II)

КЛАСИ умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони хімічних речовин, у тому числі аерозолів переважно фіброгенної дії

Групи шкідливих речовин (за особливостями біологічної дії ¹)	Класи умов праці					
	допустимий	шкідливий				небезпечний
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	кратність перевищення ГДК, разів					
Шкідливі речовини переважно загальнотоксичної дії 1, 2 класів небезпечності ²	≤ГДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	10,1-20,0	>20,0
Шкідливі речовини переважно загальнотоксичної дії 3, 4 класів небезпечності ²	≤ГДК	1,1-3,0	3,1-10,0	10,1-15,0	>15,0	-
Речовини з гостроспрямованим механізмом дії ³	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	>10,0**
Подразнювальні речовини ⁴	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	>50,0**
Канцерогени ⁵	-	-	-	-	-	-
I група	≤ГДК	-	-	-	-	*
IIA група	≤ГДК	-	-	-	*	-
Алергени ⁶	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-15,0	15,1-20,0	>20,0
Речовини переважно фіброгенної дії ⁷	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	>10,0	

¹Якщо речовина чинить два і більше ефектів, які підпадають під різні групи щодо особливостей біологічної дії, клас умов праці визначається за ефектом, який оцінюється більш жорстко.

²Значення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, що наведені в додатках 1-7 до «Перечня Общесоюзных санитарно-противоэпидемических правил и норм «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», затвердженого Головним державним санітарним лікарем СРСР від 26 травня 1988 року № 4617-88.

³Відповідно до значень ГДК та орієнтовно безпечних рівнів впливу шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є гостроспрямована дія (позначка «Г»).

⁴Відповідно до значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

⁵Відповідно до значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є канцерогенна дія (позначка «К»), та Гігієнічного нормативу України «Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини», затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 13 січня 2006 року № 7.

⁶Відповідно до значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є алергенна дія (позначка «А»).

⁷Відповідно до значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є фіброгенна дія (позначка «Ф»).

*Незалежно від концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони умови праці мають бути віднесені до цього класу.

****Перевищення вказаного рівня для речовин з гостроспрямованим механізмом дії може призвести до гострого отруєння працюючих, у тому числі й смертельного.**

Додаток 2

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 2.3 глави 2 розділу II)

ВИЗНАЧЕННЯ ступеня шкідливості за послідовної дії хімічних речовин

Критерії визначення ступеня шкідливості	Клас та ступінь шкідливості
0,125-1,0	3 клас, 1 ступінь
1,01-2,0	3 клас, 2 ступінь
2,01-3,0	3 клас, 3 ступінь
3,01-4,0	3 клас, 4 ступінь
>4,0	4 клас

Додаток 3

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 3.1 глави 3 розділу II)

КЛАСИ умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони шкідливих чинників біологічного походження

Шкідливі чинники*		Класи умов праці					
		допустимий	шкідливий				небезпечний
		2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
		перевищення ГДК, разів					
Мікроорганізми-продуценти, препарати, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів*		≤ГДК	1,1-10,0	10,1-100,0	>100	-	-
Патогенні мікроорганізми**	Особливо небезпечні інфекції***	-	-	-	-	-	+
	Збудники інших інфекційних захворювань	-	-	+	+	-	-

*Значення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, що наведені в додатках 1-7 до «Перечня Общесоюзных санитарно-противоэпидемических правил и норм «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», затвердженого Головним державним санітарним лікарем СРСР від 26 травня 1988 року № 4617-88.

**Умови праці нижчевказаних категорій працівників відносять до відповідного класу без проведення досліджень. Роботу в спеціалізованих медичних, інфекційних, туберкульозних, ветеринарних установах та підрозділах, спеціалізованих господарствах для хворих тварин відносять: до 4 класу небезпечних умов, якщо працівники проводять роботи зі збудниками (або мають контакт з хворими) особливо небезпечних хвороб;

до ступеня 3.2 - умови праці працівників підприємств м'ясної та шкіряної промисловості, робітників, зайнятих ремонтом та обслуговуванням каналізаційних систем;
до ступеня 3.3 - умови праці працівників, які мають контакт зі збудниками інших інфекційних хвороб, а також працівників патоморфологічних відділень, прозекторських, моргів.
***Відповідно до Державних санітарних правил 9. Епідеміологія. 9.5. Стан здоров'я населення у зв'язку з впливом мікробіологічного фактора. Безпека роботи з мікроорганізмами I-II групи патогенності, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 липня 1999 року № 35.

Додаток 4

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункти 4.1 глави 4 та 5.1 глави 5 розділу II)

КЛАСИ умов праці залежно від рівня шуму, вібрації, інфразвуку та ультразвуку на робочому місці

Назва фактора, показника, одиниці виміру	Класи умов праці					
	допустимий	шкідливий				небезпечний
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
ШУМ: рівень звуку, дБА; еквівалентний рівень звуку, дБА _{екв.}	рівні звуку, до (включно)					
	≤ГДР*	85	95	105	115	>115
рівень звукового тиску в будь-якій октавній смузі, дБ						>135**
ІНФРАЗВУК: загальний рівень звукового тиску, дБ Лін; еквівалентний загальний рівень звукового тиску, дБ Лін _{екв.}	перевищення ГДР, до (включно)					
	≤ГДР*	5	10	15	20	>20
УЛЬТРАЗВУК ПОВІТРЯНИЙ: рівні звукового тиску в октавних (1/3 октавних) смугах частот, дБ	≤ГДР*	10	20	30	40	>40
УЛЬТРАЗВУК КОНТАКТНИЙ: логарифмічний рівень пікового значення віброшвидкості, дБ	≤ГДР*	5	10	15	20	>20
ВІБРАЦІЯ ЛОКАЛЬНА: еквівалентний скоригований рівень віброшвидкості/віброприскорення, дБ _{екв.} /разів	перевищення ГДР, до (включно)					
	≤ГДР***	3/1,4	6/2	9/2,8	12/4	>12/4
ВІБРАЦІЯ ЗАГАЛЬНА: еквівалентний скоригований рівень віброшвидкості/віброприскорення, дБ _{екв.} /разів	≤ГДР***	6/2	12/4	18/6	24/8	>24/8

ВІБРАЦІЯ ІМПУЛЬСНА: сумарна кількість імпульсів для пікового значення віброприскорення	перевищення ГДР, до (включно)					
	≤ГДР****	1,3	2,0	3,2	5,0	>5
пікове значення віброприскорення, дБ						>160

* Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99.

** Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83.

*** Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99.

**** Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 (табл. 4) визначається перевищення кількості вимірюваних імпульсів за робочу зміну/годину відносно допустимої кількості імпульсів (ГДР) для цього вимірюваного пікового значення віброприскорення в діапазоні 120-160 дБ. Визначення вібраційного навантаження від імпульсної вібрації за послідовної роботи кількома інструментами наведено в додатку 11 до ДСН 3.3.6.039-99.

Додаток 5

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 6.1 глави 6 розділу II)

КЛАСИ умов праці за окремими показниками мікроклімату для виробничих приміщень та відкритих територій у теплу пору року

Показники мікроклімату	Класи умов праці						
	оптимальний	допустимий	шкідливий				небезпечний
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Температура повітря, °С*	за ДСН 3.3.6.042-99**		перевищення ГДР, °С				-
			на 0,13,0	на 3,1-6,0	на 6,1- 9,0	на 9,1-12,0	
Швидкість руху повітря, м/с*	за ДСН 3.3.6.042-99		перевищення ГДР, разів				-
			до 3	більше 3	-	-	
Відносна вологість повітря, %	за ДСН 3.3.6.042-99		перевищення ГДР, %				-
			до 25	більше 25	-	-	
Теплове випромінювання, Вт/м²	за ДСН 3.3.6.042-99	за ДСН 3.3.6.042-99 пункти 1.2.5, 1.2.6	перевищення ГДР, Вт/м²				-
			до 140 1411500	- 15012000	- 20012500	- 2501-3500	

* Вище допустимих значень за категорією робіт за важкістю праці. **

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99.

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 6.1 глави 6 розділу II)

КЛАСИ

умов праці за показником ТНС-індексу* для виробничих приміщень незалежно від періоду року та відкритих територій у теплу пору року

Категорія робіт	Загальні енерговитрати, Вт	Класи умов праці						
		оптимальний	допустимий	шкідливий				небезпечний
		1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
1а	до 139	21,0-23,4	23,5-26,4	26,5-26,6	26,7-27,4	27,5-28,6	28,7-31,0	більше 31,0
1б	140-174	20,2-22,8	22,9-25,8	25,9-26,1	26,2-26,9	27,0-27,9	28,0-30,3	більше 30,3
2а	175-232	19,2-21,9	22,0-25,1	25,2-25,5	25,6-26,3	26,3-27,3	27,4-29,9	більше 29,9
2б	233-290	18,2-20,9	21,0-23,9	24,0-24,2	24,3-25,0	25,1-26,4	26,5-29,1	більше 29,1
3	більше 290	17,0-18,9	19,0-21,8	21,9-22,2	22,3-23,4	23,5-25,7	25,8-27,9	більше 27,9

* ТНС-індекс - індекс теплового навантаження середовища.

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 6.1 глави 6 розділу II)

КЛАСИ умов праці за окремими показниками мікроклімату для виробничих приміщень в холодну пору року

Показники мікроклімату	Класи умов праці						
	оптимальний	допустимий	шкідливий				небезпечний
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Температура повітря, °С*	за ДСН 3.3.6.042-99**		вище або нижче ГДР, °С				-
			до ±2,0	±(2,1-4,0)	±(4,1-6,0)	±(6,1-8,0)	
Швидкість руху повітря, м/с*	за ДСН 3.3.6.042-99		перевищення ГДР, разів				-
			до 3	більше 3	-	-	
Відносна вологість повітря, %	за ДСН 3.3.6.042-99		перевищення ГДР, %				-
			до 15	більше 15	-	-	
Теплове	за ДСН	за ДСН	перевищення ГДР, Вт/м²				

випромінювання, Вт/м²	3.3.6.042-99	3.3.6.042-99 пункти 1.2.5, 1.2.6	до 140 141-1500	- 15012000	- 2001-2500	- 2501-3500	- > 3500
--------------------------	--------------	--	--------------------	---------------	----------------	----------------	-------------

* Вище допустимих значень за категорією робіт по важкості праці.

** Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99.

Додаток 8

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 6.1 глави 6 розділу II)

КЛАСИ умов праці за показниками мікроклімату для відкритих територій в холодну пору року, в неопалюваних та охолоджених приміщеннях*

Показник	Класи умов праці					
	допустимий	шкідливий (нижня межа)**				небезпечний
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Температура повітря, °С						
Кліматичні зони:						
2	-10,0	-14,9 - - 10,1	-20,0 - - 15,0	-25,0 - - 20,1	-30,0 - -25,1	нижче -30
3	-7,0	-12,0 - 7,1	-17,0 - 12,1	-22,0 - 17,1	-27,0 - -22,1	нижче -27

* За умови застосування одягу з відповідною теплоізоляцією (J, °С, м²/Вт); 0,61 (2); 0,51 (3).

** Наведені значення температури повітря стосовно різних класів не виключають регламентації часу перебування в несприятливому мікрокліматі (сумарне за робочий час та безперервне).

Додаток 9

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 6.5 глави 6 розділу II)

ВИЗНАЧЕННЯ ступеня шкідливості мікроклімату за зміну

Критерії визначення ступеня шкідливості	Клас та ступінь шкідливості
До 0,1	2 клас
Від 0,1 до 1,0	3 клас, 1 ступінь
Від 1,01 до 2,0	3 клас, 2 ступінь
Від 2,01 до 3,0	3 клас, 3 ступінь
Від 3,01 до 4,0	3 клас, 4 ступінь

Додаток 10

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 7.2 глави 7 розділу II)

КЛАСИ умов праці за показниками атмосферного тиску

Фактор та показники	Класи умов праці					
	оптимальний	допустимий	шкідливий			
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4
Атмосферний тиск: підвищений, атм. знижений, над рівнем моря, м	природний фон	до 1,2	до 1,8	до 2,4	до 3,0	більше 3,0
	до 600	до 1000	до 2000	до 3000	до 4000	вище 4000

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 8.1 глави 8 розділу II)

КЛАСИ умов праці за умови дії неіонізуючих електромагнітних випромінювань (перевищення ГДР, разів)

Показник виробничого середовища	Класи умов праці					
	допустимий - 2	шкідливий - 3				небезпечний - 4
		1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	4 ступінь	
Постійне магнітне поле**	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 5	≤ 10	≤ 50	≥ 100	-
Електростатичне поле***	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	-
Електричні поля промислової частоти (50 Гц)**	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	> 40
Магнітні поля промислової частоти (50 Гц)**	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 5	≤ 10	≤ 50	> 50	-
Електромагнітні поля радіочастотного діапазону**: 0,001-0,01 МГц	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	-
0,01-0,06 МГц	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	-
0,06-3,0 МГц	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	-
3,0-30,0 МГц	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	-
30,0-300,0 МГц	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	$> 100^{****}$
300,0 МГц - 300,0 ГГц	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	$> 100^{****}$
Імпульсні ЕМП в діапазоні частот 0-1000 МГц	$\leq \text{ГДР}^*$	≤ 3	≤ 5	≤ 10	> 10	$> 100^{****}$

* Значення ГДР, з якими порівнюються вимірювані на робочих місцях величини ЕМП, визначаються залежно від тривалості дії фактора протягом робочого дня. ** Відповідно до ДСН 3.3.6.096-2002.

*** Відповідно до «Санитарно-гигиенических норм допустимой напряженности электростатического поля», затверджених заступником Головного державного санітарного лікаря СРСР від 10 жовтня 1977 року № 1757-77, та ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

**** Перевищення максимального значення ГДР за ДСН 3.3.6.096-2002.

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 8.1 глави 8 розділу II)

КЛАСИ умов праці за умови дії неіонізуючих електромагнітних випромінювань оптичного діапазону (лазерне та ультрафіолетове)

Показник виробничого середовища		Класи умов праці					
		допустимий - 2	шкідливий - 3				небезпечний - 4
			1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	4 ступінь	
Лазерне випромінювання*		$\leq \text{ГДР}_{1,2}$	$\leq \text{ГДР}_{1,2}$	$< 10^1 \text{ ГДР}_{1,2}$	$< 10^2 \text{ ГДР}_{1,2}$	$< 10^3 \text{ ГДР}_{1,2}$	$> 10^3 \text{ ГДР}_{1,2}$
Ультрафіолетове випромінювання	За наявності виробничих джерел УФ-А, УФ-В, УФ-С	ДІО**	$> \text{ДІО}^{**}$	-	-	-	-
	За наявності джерел УФО профілактичного призначення УФ-В, мВт/м ² ***	9-45	< 9 > 45	- -	- -	- -	- -

* Відповідно до СанПиН 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» (ГДР₁ - для хронічної дії, ГДР₂ - для одноразової дії).

** Відповідно до СН 4557-88. За умови перевищення допустимої інтенсивності опромінення (ДІО) робота дозволяється за умови використання засобів колективного або індивідуального захисту.

*** Відповідно до Методичних вказівок «Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения», затверджених заступником Міністра охорони здоров'я СРСР від 03 серпня 1989 року № 5046-89, оцінюється профілактичне опромінення, його недостатність ($< 9 \text{ мВт/м}^2$) або небезпечність ($> 45 \text{ мВт/м}^2$). У цих випадках джерело вимикається і за умови оцінювання параметрів визначається як відсутність профілактичного опромінення.

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 9.3 глави 9 розділу II)

КЛАСИ умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності за умови дії іонізуючих випромінювань

Тип іонізуючого опромінення	Класи умов праці						
	оптимальний	допустимий	шкідливий				небезпечний
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Е (річна ефективна доза опромінення персоналу) мЗв·рік ⁻¹						
Зовнішнє	-	-	$E < 10$	$10 \leq E < 15$	$15 \leq E < 20^*$	$20 \leq E < 50^{**}$	$50 \leq E < 100^{**}$
Внутрішнє	-	-	$E < 1$	$1 \leq E < 1,5$	$1,5 \leq E < 3^{***}$	$3 \leq E < 5^{***}$	$E \geq 5^{***}$

* Внутрішнє опромінення практично відсутнє.

** Внутрішнє опромінення практично відсутнє, а рівень зовнішнього опромінення лімітується за правилами так званого «підвищеного опромінення, що планується».

*** Сума доз внутрішнього і зовнішнього опромінення не повинна перевищувати 20 мЗв·рік⁻¹ для класу 3.3 і 50 або 100 мЗв·рік⁻¹ для класів 3.4 та 4 відповідно (в умовах «підвищеного опромінення, що планується»).

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»
(пункт 10.1 глави 10 розділу II)

**КЛАСИ умов праці залежно від параметрів світлового середовища
виробничих приміщень**

Фактор, показник	Класи умов праці				
	допустимий	шкідливий			
	2	3.1	3.2	3.3	3.4
Природне освітлення					
Коефіцієнт природного освітлення (КПО, %)	$\geq 0,6^*$	$0,1 \div 0,6$	$< 0,1$ або відсутнє	-	-
Штучне освітлення					
Освітленість робочої поверхні (E , лк) для розрядів зорових робіт	I-IV, VII	E_n^*	$0,5E_n \div E_n$	$< 0,5E_n$	-
	V, VI, VIII	E_n^*	$< E_n$	-	-
Прямий відблиск	відсутність	наявність	-	-	-
Коефіцієнт пульсації освітленості, K_{mn} , %	K_{mn}^*	$> K_{mn}$	-	-	-

*Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО), освітленості (E_n), коефіцієнта пульсації освітленості (K_{mn}) згідно з ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне та штучне освітлення».

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 11.1 глави 11 розділу II)

КЛАСИ умов праці за показниками важкості праці

№ з/п	Показники важкості трудового процесу	Класи умов праці			
		оптимальний (легка)	допустимий (середньої важкості)	шкідливий (важка)	
		1	2	3.1	3.2
1	2	3	4	5	6
1	Загальні енергозатрати організму, Вт	до 174	до 290	291-348	349-406
1.1	Зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг/м (Вт)	-	-	-	-
1.1.1	За регіонального навантаження (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба): для чоловіків	до 6500 (22,5)	до 13 000 (45)	до 18 000	більше 18 000
	для жінок	до 3900 (13,5)	до 7800 (27)	до 10 800	більше 10 800
1.1.2	За загального навантаження (за участю м'язів рук, тулуба, ніг): для чоловіків	до 22 000 (45)	до 44 000 (90)	до 61 600	більше 61 600
	для жінок	до 13 200 (31,5)	до 26 400 (63)	до 36 960	більше 36 960
2	Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг: для чоловіків	до 15	до 30	до 35	більше 35
	для жінок	до 5	до 7	до 15	більше 15
3	Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну)	-	-	-	-
3.1	За локального навантаження (за участю м'язів кистей та пальців рук)	до 20 000	до 40 000	до 60 000	більше 60 000
3.2	За регіонального навантаження (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба)	до 10 000	до 20 000	до 30 000	більше 30 000
4	Статичне навантаження Величина статичного навантаження за зміну за утримання вантажу, докладання зусиль, кг/с	-	-	-	-
4.1	Одною рукою: для чоловіків	до 18 000	до 36 000	до 70 000	більше 70 000
	для жінок	до 11 000	до 22 000	до 42 000	більше 42 000
4.2	Двома руками: для чоловіків	до 36 000	до 70 000	до 140 000	- більше 140 000
	для жінок	до 22 000	до 42 000	до 84 000	більше 84 000

4.3	За участю м'язів тулуба та ніг: для чоловіків для жінок	- до 43 000 до 26 000	- до 100 000 до 60 000	- до 200 000 до 120 000	- більше 200 000 більше 120 000
5	Робоча поза	вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40 % часу зміни	періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25 % часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10 %, в позі «стоячи» до 60 % часу зміни	періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі від 25 % до 50 % часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах тощо) від 10 % до 25 % часу зміни; перебування в позі «стоячи» від 60 % до 80 % часу зміни	перебування в незручній та/або фіксованій позі більше 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (на колінах, навпочіпки тощо) більше 25 % часу зміни; перебування в позі «стоячи» більше 80 % часу зміни
6	Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну	до 50	51-100	101-300	більше 300
7	Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, протягом зміни), км	-	-	-	-
7.1	По горизонталі	до 4	до 8	до 12	більше 12
7.2	По вертикалі	до 2	до 4	до 8	більше 8

Додаток 16

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 11.1 глави 11 розділу II)

КЛАСИ умов праці за показниками напруженості праці

№ з/п	Показники напруженості трудового процесу	Класи умов праці			
		оптимальний (напруженість праці легкого ступеня)	допустимий (напруженість праці середнього ступеня)	шкідливий (напружена праця)	
		1	2	3.1	3.2
1	2	3	4	5	6
1*	Інтелектуальні навантаження				

1.1	Зміст роботи	Відсутня необхідність прийняття рішення	Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією	Рішення складних завдань з вибором за алгоритмом (робота за серією інструкцій)	Евристична (творча) діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму; особисте керівництво в складних ситуаціях
1.2	Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка	Сприймання сигналів, немає потреби корекції дій	Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій	Сприймання сигналів наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів	Сприймання сигналів з наступною комплексною оцінкою взаємопов'язаних параметрів. Комплексна оцінка всієї виробничої діяльності
1.3	Розподіл функцій за ступенем складності завдання	Обробка та виконання завдання	Обробка, виконання завдання та його перевірка	Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання	Контроль та попередня робота з розподілу завдань іншим особам
1.4	Характер роботи, що виконується	Робота за індивідуальним планом	Робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності	Робота в умовах дефіциту часу	Робота в умовах дефіциту часу та інформації з підвищеною відповідальністю за кінцевий результат
2	Сенсорні навантаження	-	-	-	-
2.1	Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	До 50	51-75	Більше 75	-
2.2	Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за 1 годину роботи	До 150	151-300	Більше 300	-
2.3	Навантаження на зоровий аналізатор	-	-	-	-
2.3.1	Розмір об'єкта розрізнення (за відстані від очей працівника до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни	Більше 5 мм 100 % часу	5,0-1,1 мм більше 50 % часу; 1,0-0,3 мм до 50 % часу; менше 0,3 мм до 25% часу	1,0-0,3 мм більше 50 % часу; менше 0,3 мм 25- 50 % часу	Менше 0,3 мм більше 50 % часу, зокрема з використанням оптичних приладів
2.3.2	Спостереження за екранами відеотерміналів, годин на зміну	До 2	До 4	> 4,1-6	Більше 6
2.4	Навантаження на слуховий аналізатор (за виробничої необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів)	Розбірливість слів та сигналів від 100 % до 90 %	Розбірливість слів та сигналів від 90 % до 70 %	Розбірливість слів та сигналів від 50 % до 70 %	Розбірливість слів та сигналів менше 50 %

2.5	Навантаження на голосовий апарат, сумарна кількість годин, з напруженням голосового апарату протягом тижня	До 16	Від 16 до 20	Від 20 до 25	Більше 25
3	Емоційне навантаження	-	-	-	-
3.1	Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	Є відповідальним за виконання окремих елементів завдання. Вимагає додаткових зусиль в роботі з боку працівника	Є відповідальним за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра тощо)	Є відповідальним за функціональну якість основної роботи (завдання). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади тощо)	Є відповідальним за функціональну якість кінцевої продукції, роботи, завдання. Неправильні рішення можуть призвести до пошкодження обладнання, зупинки технологічного процесу, можливої небезпеки для життя
3.2	Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб	Виключений	-	-	Вірогідний
3.3	Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб	Виключений	-	Є відповідальним за безпеку	-
4	Монотонність навантажень	-	-	-	-
4.1	Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово	Більше 10	10-6	5-2	-
4.2	Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються, с	Більше 100	100-25	24-2	-
4.3	Монотонність виробничої обстановки, час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни	Менше 75	76-90	91-95	-
5	Режим праці	-	-	-	-
5.1	Тривалість робочого дня, год.	6 або 7	8	Більше 8	-
5.2	Змінність роботи	Однозмінна робота (без нічної зміни)	Двозмінна робота (без нічної зміни)	Тризмінна робота (з роботою в нічну зміну)	Нерегулярна змінність з роботою в нічний час, робота виключно в нічну зміну**

* Використовується виключно для оцінки професій розумової праці.

** Робота виключно в нічну зміну оцінюється з коефіцієнтом 1,0.

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 11.1 глави 11 розділу II)

ВИЗНАЧЕННЯ класу і ступеня важкості та напруженості

Критерії визначення класу та ступеня	Клас та ступінь шкідливості
До 1,0	2 клас
Від 1,0 до 2,0 включно	3 клас, 1 ступінь
Від 2,0 до 3,0 включно	3 клас, 2 ступінь
Більше 3,0	3 клас, 3 ступінь

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 12.2 глави 12 розділу II)

КЛАСИ умов праці за наявності змін аероіонного складу повітря

Показник виробничого середовища	Класи умов праці						
	оптимальний - 1	допустимий - 2		шкідливий - 3			
		min необхідний	max допустимий	1 ступінь	-	-	-
ЛЕГКІ АЕРОІОНИ позитивні (n ⁺)	1500-3000	400	50 000	< 400, > 50 000	-	-	-
негативні (n ⁻) в 1 см ³ повітря*	3000-5000	600	50 000	< 600, > 50 000	-	-	-

* Відповідно до «Санитарно-гигиенических норм допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений», затверджених заступником Головного державного санітарного лікаря СРСР від 12 лютого 1980 року № 2152-80.

до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (пункт 3 розділу III)

ОЦІНКА умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності

Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Класи умов праці						
	оптимальний	допустимий	шкідливий				небезпечний
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Хімічні							
Біологічні							
Фізичні:							
шум							
вібрація							
інфразвук							
ультразвук							
неіонізуючі випромінювання							
іонізуючі випромінювання							
мікроклімат							
атмосферний тиск							
освітленість							
іонізація повітря							
важкість праці							
напруженість праці							
Загальна оцінка умов праці							

до ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення (пункт 3 розділу V)

Таблиця 5.1 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення										Природне освітлення		Суміщене освітлення
						Освітленість, лк				сукупність нормованих величин показника засвітленості і коефіцієнта пульсації		середнє $D_{\text{сер}}^{\text{н}} \text{ по } D_{\text{min}}$	міні-мальне $D_{\text{min}}^{\text{н}} \text{ по } D_{\text{min}}$	середнє $D_{\text{сер}}^{\text{н}} \text{ по } D_{\text{min}}$	міні-мальне $D_{\text{min}}^{\text{н}} \text{ по } D_{\text{min}}$			
						при системі комбінованого освітлення	при системі загально-ного освітлення	Р	Кп, %									
										всього	у т.ч. від загально-ного					Р	Кп, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Найвищої точності	Менше ніж 0,15	I	a	малий	темний	5 000	500	—	—	20	10							
			b	малий середній	середній темний	4 000	400	1 200	20	10								
			v	малий середній великий	світлий середній темний	3 500	400	1 000	10	10								
			г	середній великий	світлий середній великий	2 500	300	750	20	10	—	—	6,0	2,0				
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	a	малий	темний	4 000	400	—	—	20	10							
			b	малий середній	середній темний	3 000	300	750	20	10								
			v	малий середній великий	світлий середній великий	2 500	300	600	10	10								
			г	середній великий	світлий середній великий	2 000	200	500	20	10	—	—	4,2	1,5				

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	а	малий	темний	2 000	200	500	40	15				
			б	малий середній	середній темний	1 500	200	400	20	15				
			в	малий середній великий	світлий середній темний	1 000	200	300	40	15				
			г	середній великий великий	світлий середній темний	750	200	200	40	15	–	–	3,0	1,2
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	а	малий	темний	750	200	300	40	10				
			б	малий середній	середній темний	500	200	200	40	10				
			в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	200	40	10	4	1,5	2,4	0,9
			г	середній великий великий	світлий середній	–	–	200	40	10				
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	а	малий	темний	400	200	300	40	10				
			б	малий середній	середній темний	–	–	200	40	10				
			в	малий середній великий	світлий середній темний	–	–	200	40	10	3	1	1,8	0,6
			г	середній великий великий	світлий середній	–	–	200	40	10				
Груба (дуже малої точності)	Більше ніж 5	VI		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		–	–	200	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Робота з матеріалами, які світаються і виробами в гарячих цехах	Більше ніж 0,5	VII		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	-	-	-	200	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу:		VIII												
- постійне			a	Те саме	-	-	-	200	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6
- періодичне під час (за) постійного перебування людей у приміщенні			b	»	-	-	-	100	-	-	1,0	0,3	0,7	0,2
- періодичне при періодичному перебуванні людей у приміщенні			v	»	-	-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2
- загальне спостереження за інженерними комунікаціями			r	»	-	-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1

Примітка 1. Освітленість слід приймати з урахуванням 8.2.6.
Примітка 2. Найменший розмір об'єкта розрізненої та відповідній йому розряди зорової роботи встановлені при розташуванні об'єктів розрізненої на відстані не більше ніж 0,5 м від очей працюючого. При збільшенні цієї відстані розряд зорової роботи слід встановлювати відповідно до додатка А. Для продовжуватих об'єктів розрізненої еквівалентний розмір приймається відповідно до додатка Б.
Примітка 3. Освітленість при роботах з об'єктами, які світяться, розміром 0,5 мм і менше вибрати відповідно до розміру об'єкта розрізненої і відносити їх до підрозряду "в".
Примітка 4. Показник засліпленості регламентується в гр. 10 тільки для загального освітлення (при будь-якій системі освітлення).
Примітка 5. Коefіцієнт пульсації К_p наведений у гр. 11 для системи загального освітлення або для світильників місцевого освітлення при системі комбінованого освітлення. К_p від загального освітлення в системі комбінованого не повинен перевищувати 20 %.
Примітка 6. Передбачати систему загального освітлення для розрядів I-III, IVа, IVб, IVв, Va допускаться тільки при технічній неможливості або економічній недоцільності застосування системи комбінованого освітлення, що конкретизується в галузевих нормах освітлення, узгоджених з органами державного санітарного нагляду.
Примітка 7. В приміщеннях, спеціально призначених для роботи або виробничого навчання підлітків, нормоване значення КПО збільшується на один розряд за гр. 3 і повинно бути не менше ніж 1,0 %.