

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**В. І. Заіченко**

**КУРС ЛЕКЦІЙ**

з навчальної дисципліни

# **«ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ»**

*(для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму  
підготовки 6.170202 «Охорона праці»)*

**Харків – ХНУМГ – 2014**

**Заіченко В. І.** Курс лекцій з дисципліни «Виробнича санітарія» (для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.170202 «Охорона праці») / В. І. Заіченко; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 162 с.

Автор: к.т.н., доц. В. І. Заіченко

Рецензент: к.т.н., доц. О. Ю. Нікітченко

Рекомендовано кафедрою «Безпека життєдіяльності»,  
протокол № 4 від 27.11.2011 р.

## З М І С Т

ВСТУП.....	6
Розділ 1. Гігієна та фізіологія праці.....	8
Лекція 1. Фізіологія людини.....	8
1.1 Загальні відомості про фізіологію та людський організм.....	8
1.2 Шкіра, епітелій, слизові оболонки, відчуття дотику, смаку і нюх.....	10
1.3 Будова ока і зір.....	12
1.4 Будова вуха, слух і рівновага.....	13
1.5 Скелетна система.....	14
1.6 Дихальна система.....	17
1.7 Системи та функції організму людини.....	19
Лекція 2. Фізіологія праці.....	21
2.1 Основні поняття, терміни та визначення в галузі фізіології праці.....	21
2.2 Фізичне навантаження.....	22
2.3 Розумові навантаження.....	24
2.4 Стомлення і перевтома.....	25
2.5 Обмін речовин і енергії.....	27
Лекція 3. Гігієна праці.....	27
3.1 Основні поняття, терміни та визначення в галузі гігієни праці.....	27
3.2 Умови праці.....	28
3.3 Гігієнічні нормативи умов праці.....	29
3.4 Фактори, що зумовлюють умови праці.....	30
Розділ 2. Виробнича санітарія.....	33
Лекція 4. Основні положення виробничої санітарії.....	33
4.1 Законодавство в галузі виробничої санітарії.....	33
4.2.Основні поняття, терміни та визначення в галузі виробничої санітарії... ..	34
4.3 Загальна структура і склад повітряного середовища.....	35
Лекція 5. Мікроклімат виробничих приміщень.....	36
5.1 Параметри мікроклімату.....	36
5.2 Терморегуляція організму людини.....	37
5.3 Вплив параметрів мікроклімату на самопочуття людини.....	38
5.4 Нормування параметрів мікроклімату.....	39
5.5 Контроль метеоумов і прилади для їх виміру.....	41
5.6 Загальні методи і засоби нормалізації параметрів мікроклімату.....	44
Лекція 6. Забруднення повітря виробничих приміщень.....	45
6.1 Вплив шкідливих речовин на організм людини.....	45
6.2 Класифікація шкідливих речовин.....	46
6.3 Нормування шкідливих речовин.....	46
6.4 Контроль концентрації шкідливих речовин.....	47
6.5 Методи регулювання якості повітряного середовища і зниження негативного впливу забруднюючих та шкідливих речовин на працівників.....	49
Лекція 7. Оздоровлення повітря виробничих приміщень.....	51
7.1 Вентиляція виробничих приміщень.....	51

7.2	Визначення необхідного повітрообміну при загально обмінній вентиляції.....	52
7.3	Природна вентиляція.....	53
7.4	Механічна вентиляція.....	55
7.5	Системи кондиціонування повітря.....	58
7.6	Засоби індивідуального захисту від впливу теплового опромінювання та переохолодження.....	60
	Лекція 8. Освітлення виробничих приміщень.....	60
8.1	Основні світлотехнічні терміни та поняття.....	60
8.2	Системи виробничого освітлення та основні вимоги до нього.....	63
8.3	Нормування штучного освітлення.....	65
8.4	Нормування природного та суміщеного освітлення.....	66
8.5	Вибір джерел світла для систем освітлення виробничих приміщень та експлуатація освітлювальних установок.....	67
8.6	Методи розрахунку систем освітлення.....	70
	Лекція 9. Віброакустичні коливання у виробничому середовищі.....	73
9.1	Основні характеристики шуму, ультра- та інфразвуку.....	73
9.2	Дія шуму на людину.....	76
9.3	Нормування, контроль та вимірювання шуму.....	77
9.4	Нормування ультра- та інфразвуку, методи захисту.....	84
9.5	Вібрація, її характеристики і види.....	86
9.6	Методи гігієнічної оцінки виробничої вібрації.....	88
9.7	Вплив вібрації на людину.....	89
9.8	Захист від вібрації.....	90
	Лекція 10. Випромінювання.....	95
10.1	Електромагнітні випромінювання.....	95
10.2	Нормування і захист від електромагнітних випромінювань (ЕМВ).....	96
10.3	Випромінювання оптичного діапазону.....	97
10.4	Захист від ІЧ випромінювань.....	98
10.5	Характеристика УФ випромінювань.....	99
10.6	Біологічна дія, нормування та захист від лазерного випромінювання.....	100
10.7	Іонізуючі випромінювання (ІВ).....	104
10.8	Біологічний вплив іонізуючих випромінювань.....	104
10.9	Нормування іонізуючих випромінювань та захист від нього.....	106
	Лекція 11. Вимоги до технічного та організаційного рівня робочого місця.....	109
11.1	Організація праці на робочих місцях.....	109
11.2	Оснащення та обладнання робочого місця.....	111
11.3	Вибір оптимального режиму роботи та відпочинку.....	116
11.4	Особливості роботи користувачів електронно-обчислювальних машин.....	117
11.4.1	Вплив ЕОМ на стан здоров'я людини.....	117
11.4.2	Гігієнічні вимоги до виробничих приміщень з ЕОМ.....	119
11.4.3	Організація робочих місць та вимоги до розміщення ЕОМ.....	121
11.4.4	Режим праці та відпочинку працівників ЕОМ.....	122

Розділ 3. Атестація робочих місць за умовами праці та паспортизація виробництв.....	124
Лекція 12. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.....	124
12.1 Сфера застосування та загальні положення.....	124
12.2 Гігієнічні критерії та класифікація умов праці.....	126
12.2.1 Класифікація умов праці.....	126
12.2.2 Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії хімічного фактора.....	127
12.2.3 Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії факторів біологічного походження.....	130
12.2.4 Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії віброакустичних факторів.....	131
12.2.5 Гігієнічні критерії оцінки умов праці за показниками мікроклімату.....	134
12.3 Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів і випромінювань.....	136
12.4 Гігієнічні критерії оцінки умов праці за фактором «Освітленість».....	138
12.5 Гігієнічні критерії оцінки умов праці залежно від важкості та напруженості трудового процесу.....	140
12.6. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при аероіонізації повітря робочої зони.....	140
12.7. Загальна гігієнічна оцінка умов праці.....	141
Лекція 13. Паспортизація виробництв та атестація робочих місць за умовами праці.....	143
13.1 Паспортизація санітарно-технічного стану виробництв.....	143
13.2 Організація робіт по атестації робочих місць.....	143
13.3 Завдання атестації робочих місць за умовами праці.....	145
13.4 Загальні методичні підходи до вимірів та оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу.....	146
Лекція 14. Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці.....	146
14.1 Загальні положення.....	146
14.2 Опис шкідливих факторів виробничого середовища.....	150
14.3 Опис факторів трудового процесу.....	152
14.4 Медико-санітарне забезпечення.....	154
Лекція 15. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до промислових підприємств, виробничих приміщень.....	155
15.1 Загальні вимоги до розміщення та планування території підприємства.....	155
15.2 Планування території промислових підприємств.....	156
15.3 Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень.....	157
15.4 Технічна естетика виробничих приміщень.....	158
Список джерел.....	160

## ВСТУП

*В ст.43 Конституції України сказано: «Кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці». Це ключове положення визначає суть законів України та інших нормативних актів в галузі охорони праці.*

Забезпечення належних умов трудової діяльності в нашій країні потребує докорінної зміни ставлення всього суспільства до питань, пов'язаних з безпекою праці, виробничою санітарією, гігієною та фізіологією праці. Від вирішення цих питань залежить життя та здоров'я людей у процесі їх трудової діяльності.

*В системі законодавства в галузі виробничої санітарії, гігієни та фізіології праці ключове місце займає Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Положення, що мають пряме відношення до захисту здоров'я працюючих найбільш повно висвітлені в ст. 7 цього закону - «Обов'язки підприємств, установ та організацій». Ця стаття передбачає розробку та здійснення адміністрацією підприємств санітарних та протиепідемічних заходів; здійснення в необхідних випадках лабораторного контролю за дотриманням вимог санітарних норм стосовно рівнів шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища; інформування органів та установ державної санепідеміологічної служби при надзвичайних подіях та ситуаціях, які становлять небезпеку для здоров'я населення; відшкодування в установленому порядку працівникам і громадянам збитків, яких завдано їх здоров'ю в результаті порушення санітарного законодавства.*

*Відповідно до вищезазначеного Закону забезпечення санітарно-гігієнічного благополуччя працюючих досягається наступними основними заходами:*

- санітарно-гігієнічною регламентацією небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища;
- ліцензуванням видів діяльності, пов'язаних з потенційною небезпекою для здоров'я людей;
- включенням вимог безпеки в державні стандарти та іншу нормативно-технічну документацію;
- державною санітарно-гігієнічною експертизою проектів, технологічних регламентів, інвестиційних програм та діючих промислових об'єктів і обумовлених ними небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища на відповідність вимогам санітарних норм та правил;
- пред'явленням гігієнічно обґрунтованих вимог до проектування, будівництва, розробки, виготовлення та використання як нових, так і діючих засобів виробництва та технологій;
- обов'язковими медичними оглядами працюючих певних категорій.

В Україні існує достатньо широка законодавча база в галузі виробничої санітарії, гігієни та фізіології праці. Крім вищезгаданого Закону, це, в першу чергу, такі нормативно правові акти, як «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», діючі санітарні норми та правила

щодо обмеження негативного впливу на людину окремих небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища та виробничого процесу («Державні санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» та ін.), а також постанови та положення, затверджені Міністерством охорони здоров'я України («Положення про медичний огляд працівників певних категорій», «Перелік важких робіт і робіт з шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх», та ін.).

Виходячи з того, що в житті, а тим більше у виробничому процесі, абсолютної безпеки не існує, нерозумно було б вимагати від реального виробництва повного викорінення травматизму, виключення можливості будь-якого захворювання. Але реальним і розумним є ставити питання про зведення до мінімуму впливу об'єктивно існуючих виробничих небезпек.

На досягнення цієї мети і спрямована така складова охорони праці, як *виробнича санітарія*.



# РОЗДІЛ 1. ГІГІЄНА ТА ФІЗІОЛОГІЯ ПРАЦІ

## Лекція 1. Фізіологія людини

### 1.1 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 – кліток, 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 перед усім 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 (в тому числі 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 надають збудувальних, відхилювальних впливів 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, апарату руху, 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 здійснюватись 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).

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.

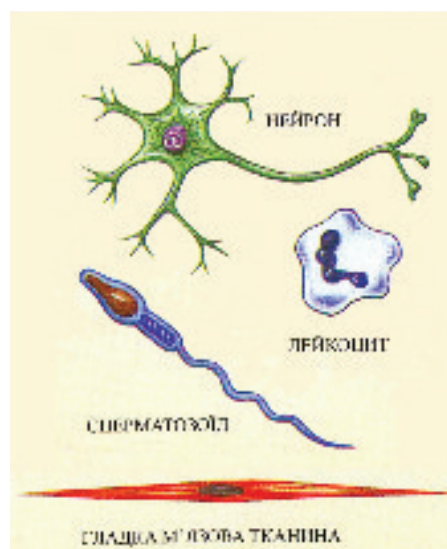


Рис. 1.1- Види клітин

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 мм<sup>3</sup> крові здорової людини міститься 4 – 9 тис. лейкоцитів.

Сперматозоїди (чоловічі статеві клітини) містять одинарний набір хромосом, мають головку, шийку і хвіст (джгутик). За допомогою хвоста сперматозоїди самостійно рухаються по геніталіях. Після еяколяції майже 300 млн. сперматозоїдів досягає шийки матки. З них лише близько 300 опиняться у фаллопіївій трубі і лише один запліднить яйцеклітину.

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.

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

## 1.2 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».

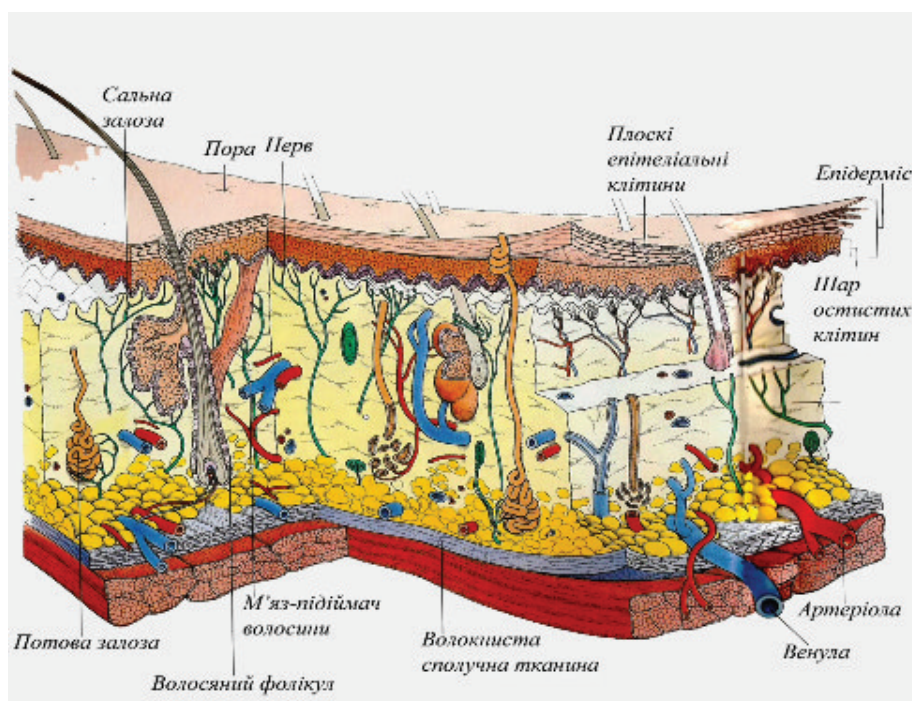


Рис. 1.2 - Структура шкіри

**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, сечостатевого шляху, 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 захоплювати 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.

### 1.3 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 світло відчутними клітинами ока. Нервові 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.

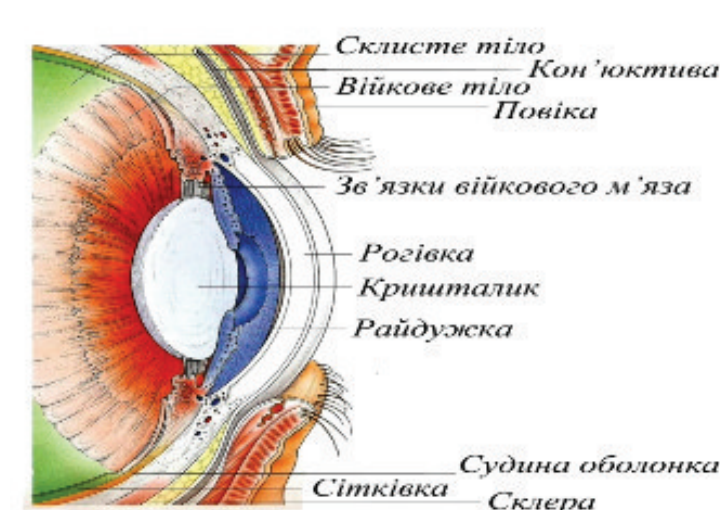


Рис. 1.3 - Будова ока

Війкові м'язи очного яблука автоматично реагують на відстань до об'єкта, змінюючи опуклість кришталіка; 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 зумовлено 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.

#### 1.4. 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.

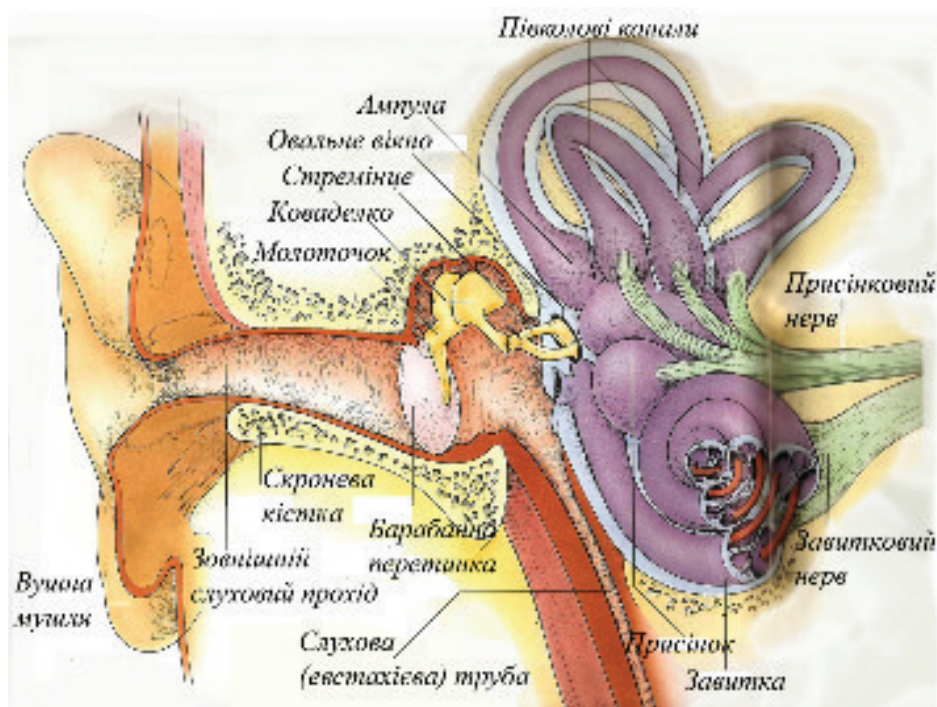


Рис. 1.4 - Структура вуха

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 (евстахієва) 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 же 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.

## 1.5 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, ліктвові, фаланги тощо – піднімаються та опускаються подібно до важелів. Короткі кістки – надп'ятова, 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 черепа 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.

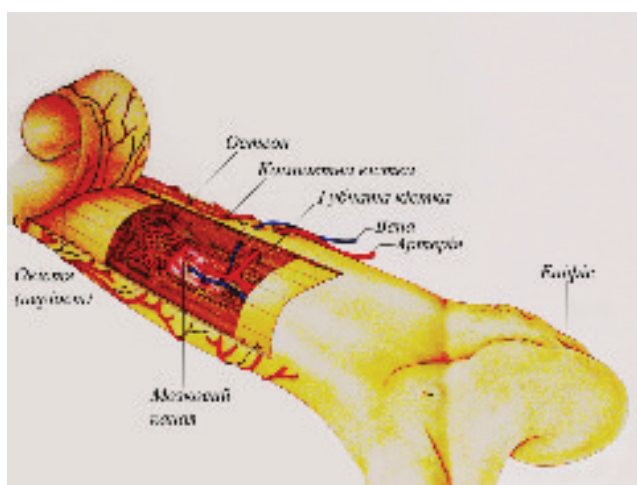


Рис. 1.5 - Будова довгої кістки

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. Різке 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.

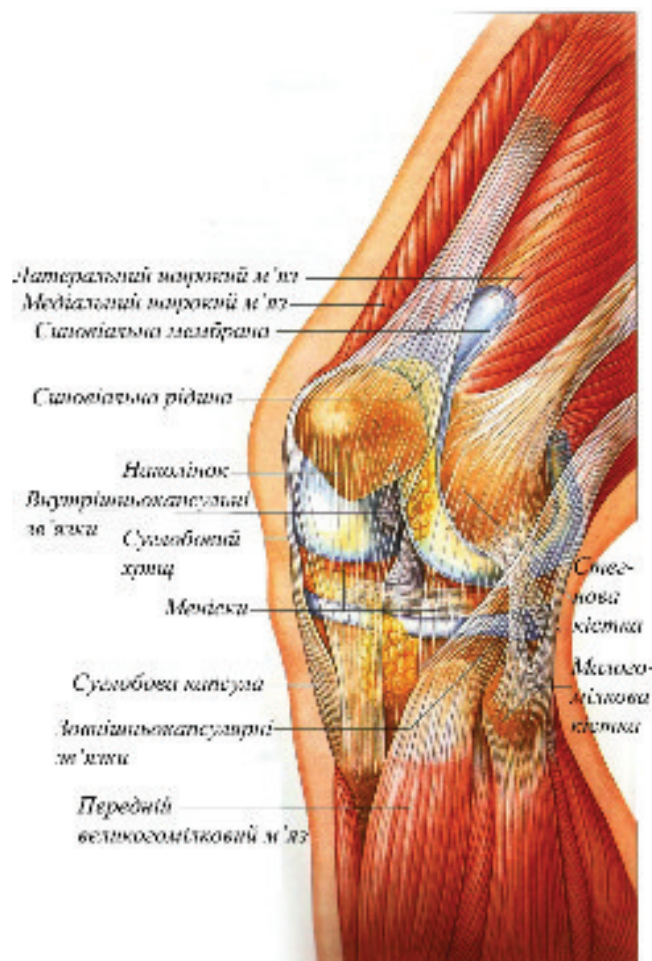


Рис. 1.6 - Будова колінного суглоба

Сполучення кісток класифікують за будовою або за характером рухів у них. У вільно рухомих синовіальних сполученнях, що зветься 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, наколінок тасиновіальна мембрана з синовіальною рідиною.

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. А синовіальна мембрана – це оболонка, що вистеляє неконтактні поверхні суглобової капсули і виділяє прозору синовіальну рідину, яка змащує і живить усі тканини всередині суглобової порожнини. 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.

## 1.6 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 легенів – забезпечення організму киснем і виділення з нього вуглекислого газу. Поверхня газообміну у легенях у 40-75 раз більше за поверхню тіла.

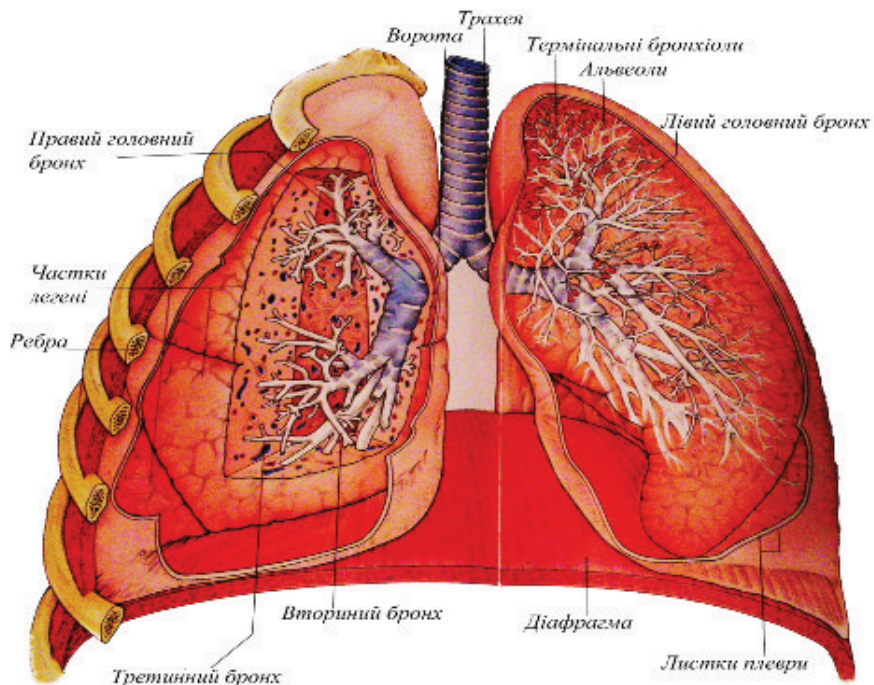


Рис. 1.7 - Легені

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 щораз 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.

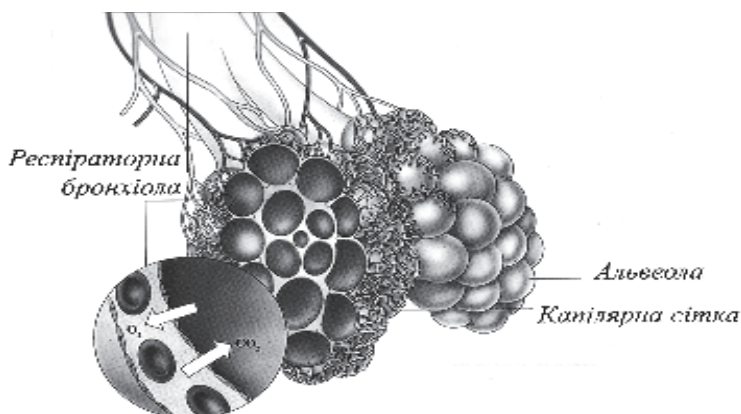


Рис. 1.8 - Респіраторні бронхіоли та альвеоли

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 (застиуда, фарингіт) чи тяжчу (синусит). Ураження нижніх відділів дихальної системи може спричинити 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, каменярі, шахтарі, 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.

### 1.7 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). Результуюча 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, організменний. На кожному з цих рівнів виконується певний комплекс фізіологічних процесів – від біосинтезу структур у клітині до специфічної діяльності тканин і органів, які, взаємодіючи між собою, забезпечують існування організму як єдиної інтегральної системи.

В основі життєдіяльності лежать 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 ході 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 йде на здійснення всіх життєвих процесів.

Асиміляція і дисиміляція відбуваються одночасно, але їх інтенсивність і взаємний баланс можуть відрізнятись. 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, при чому 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, адаптація та регуляторні 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. З допомогою механізму адаптації здійснюється переключення функціонального стану організму з одного рівня діяльності на інший. Сигналом для адаптаційної 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.

## Лекція 2. Фізіологія праці

### 2.1 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 отримується і переробляється і т. ін.). Також воно потребує і одночасного поглибленого вивчення фізіологічних та біохімічних процесів, що протікають в організмі людини, бо саме ці процеси лежать в основі трудової діяльності людини (обмін речовин і енергії, перетворення енергії і речовин в організмі і т. ін.).

В результаті стає 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 на протязі 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 поставляє живильні речовини і кисень 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.

## 2.2 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. При цьому 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.** При статичній роботі 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. При



цьому 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.** При динамічній роботі сприйняття навантаження залежить від ефективності систем, що поставляють енергію (серцево-судинна і дихальна), а також від їхньої взаємодії з іншими системами та органами. Енергія, що витрачається при динамічній роботі перетворюється в механічну і теплову. Динамічні зусилля мають переривчастий характер, що сприяє більш повноцінному кровообігу і меншій стомлюваності м'язів. Робота на протязі 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, при цьому стомлення буде виникати пізніше. Було також встановлено, що при активному відпочинку (зміна роду діяльності) відновлення працездатності людини відбувається швидше, ніж при пасивному відпочинку.

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

Енергетичні витрати, визначаючи важкість фізичної праці, прийнято вимірювати в кДж/с, кДж/хв, кДж/година; ккал/хв, ккал/година (1ккал=4,2 кДж). Наприклад, при навантаженні 300 ккал/хв (1250 кДж/хв) максимально можлива тривалість фізичної праці складає частки секунд, при навантаженні 15 ккал/хв (63кДж/хв) – 1година, а при навантаженні 2,5 ккал/хв (11кДж/хв) – необмежений час.

Якщо в стані спокою продуктивність (хвилинний кровообіг) серця складає 3...4 л/хв, то при інтенсивній роботі може досягати 30...35 л/хв. При цьому число серцевих скорочень може збільшуватися з 60 до 180...200 поштовхів/хв. Легенева вентиляція в стані спокою складає 6...8 л/хв, при інтенсивному навантаженні досягає 100 л/хв.

Статичне навантаження з енерговитратами понад 293Дж/с відноситься до важкого. При виконанні робіт зі значною м'язовою напруженістю (грабар, вантажник, коваль, лісоруби, і ін.) енергетичні витрати в добу досягають 16,8...25,2 МДж (4000-6000 ккал). Добові витрати енергії для осіб, що виконують роботу середньої тяжкості (верстатники, сільськогосподарські робітники та ін.) досягають 12,5...15,5 МДж (2900-3700ккал). 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). При виконанні однієї і тієї ж роботи енерговитрати можуть значно мінятися в залежності від пози людини. Так, при ручному зварюванні сидячи витрати енергії складають 81,0-109,6 Дж/с (1,16-1,57 ккал/хв), а при

роботі стоячи і зварюванню на рівні пояса - 176,7 Дж/с (2,53 ккал/хв).

Фізична праця, розвиваючи м'язову систему і стимулюючи обмінні процеси, у той же час 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).

### 2.3 Розумові навантаження

Розумова праця поєднує роботи, пов'язані з прийомом і переробкою 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. При цьому послабляються обмінні процеси, що обумовлюють застійні явища в м'язах ніг, органах черевної порожнини і малого тазу, погіршується постачання кисню до головного мозку. У той же час мозок споживає при цьому 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, в результаті 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). При значній розумовій 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 при цьому необхідно враховувати. Це ускладнює і підвищує роль операцій по плануванню й організації праці, по контролю і керуванню виробничими процесами;

- розвиваються системи дистанційного керування і людина все більше 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 зв'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, при цьому 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. В першу чергу, це ступінь емоційного навантаження на організм людини в разі інтенсивної роботи мозку по одержанню і переробці інформації. Саме це в основному і визначає напруженість праці. Крім того, при оцінці ступеня напруженості праці враховують і такі ергономічні показники, як змінність праці, позу, число рухів, зорову і слухову напруженість та ін.*

## 2.4 Стомлення і перевтома

Будь-яка діяльність, якщо вона оптимальна для організму по інтенсивності і тривалості та проходить у сприятливих виробничих умовах, благотворно впливає на організм і сприяє його удосконалюванню. Ефективність діяльності людини базується на рівні психічної напруги, яка прямо пропорційна 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 поведженні людини спостерігається загальна зібраність, дії стають більш чіткими, підвищується швидкість рухових реакцій,

зростає фізична працездатність. При цьому 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). При надмірній інтенсивності чи тривалості робота приводить 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. При цьому 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 відноситься 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. При перевтомі порушуються відновні процеси в організмі. Прикмети втоми не зникають до початку роботи наступного дня. При 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 утрудняє складні (інтелектуальні) і нові, що не стали звичними, дії. Поза межні форми психічної напруги нерідко лежать в основі 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 при відсутності діяльності, при виконанні одноманітної, нецікавої роботи, при значних розумових і емоційних навантаженнях, зв'язаних з необхідністю швидкого вибору 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 входити поступово;
- умовою успішної працездатності є розміреність та ритмічність;
- звичність, послідовність і плановість;
- недбалість і квапливість у праці не припустима;
- фізіологічно обґрунтоване чергування праці і відпочинку, а також зміна форм діяльності (найбільш ефективним є відпочинок, зв'язаний з активним діяльним станом);
- сприятливе відношення суспільства до праці (мотивація праці і соціальні умови).

## 2.5 Обмін речовин і енергії

Між організмом і навколишнім середовищем постійно відбуваються обміни речовинами й енергією, якій починається з надходженням 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. Наприклад, при окислюванні і розпаді 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.

## Лекція 3. Гігієна праці

### 3.1 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 як раз 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 при комплексній 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 при вирішенні питань охорони здоров'я працюючих дотримуються так званого порогового принципу. В 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.

### 3.2 Умови праці

*З метою комплексної оцінки умов праці з урахуванням фізіологічних і гігієнічних умов праці, Київським інститутом медицини праці розроблена і затверджена наказом Міністра охорони здоров'я України № 382 від 31 грудня*

1997 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 працюючих.

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 клас 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.

### 3.3 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 виходячи з того, що при щоденній (крім вихідних днів) 8-годинній роботі, але не більше 40 годин на тиждень протягом усього 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. При більшій (ніж 8-годинна) тривалості зміни у кожному конкретному випадку можливість виконання роботи повинна бути погоджена з закладами (установами) державної санітарно-епідеміологічної служби.

**Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (ГДК<sub>р.з.</sub>),** яку встановлюють для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні, може бути двох типів:

- **максимально разова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>р.з.м.р.</sub>);**
- **середньозмінна гранично допустима концентрація (ГДК<sub>р.з.с.з.</sub>).**

ГДК<sub>р.з.м.р.</sub> – 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 працюючих у концентрації, що дорівнює ГДК<sub>р.з.м.р.</sub>, не повинна повторюватись протягом робочої зміни більш ніж 4 рази з інтервалами не менше 1 години.

ГДК<sub>р.з.с.з.</sub> - 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<sub>р.з.м.р.</sub>.

ГДК<sub>р.з.с.з.</sub> – встановлюється для речовин, для яких характерні кумулятивні властивості (речовини хроноконцентраційної дії).



### 3.4 Фактори, що зумовлюють умови праці

*Фактори, що зумовлюють умови праці, поділяють на чотири групи (таблиця 3.1).*

**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 працюючим 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. В той же час, людина, як правило, примушує свій організм зменшити вплив захисного рефлексу. Через деякий час працюючий 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 3.1- Фактори, що зумовлюють умови праці

Фактор	Параметр, що характеризує основні властивості елементів гігієнічної оцінки, одиниця виміру
1	2
<b>1. Санітарно-гігієнічні</b>	
<i>Загальні санітарні вимоги</i>	Відповідність об'єму й площі виробничих приміщень санітарним нормам, м <sup>3</sup> , м <sup>2</sup>
<i>Освітленість:</i>	
природна	КПО, %
штучна	Освітленість, лк
<i>Шкідливі речовини у повітряному середовищі (пари, газы, аерозолі)</i>	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>
<i>Мікроклімат:</i>	
температура повітря	Температура, °С
відносна вологість повітря	Вологонасиченість, %
швидкість руху повітря	Рухомість повітряного середовища, м/с

Продовження табл. 3.1

1	2
<i>Механічні коливання:</i>	
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
<i>Випромінювання:</i>	
інфрачервоне, ультрафіолетове	Довжина хвилі, мкм; інтенсивність випромінювання, кал/см <sup>2</sup> , 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 <sup>2</sup>
<i>Атмосферний тиск:</i>	У робочий камері, атм; висота над рівнем моря, Па, мм рт.ст.
<i>Професійні інфекції та біологічні агенти(бактерії, віруси, грибки, бруцельоз, лихоманка, туляремія, сибірка, тощо):</i>	Ступень небезпечного впливу на організм людини
<b>2. Психофізіологічні («трудові»)</b>	
<i>Фізичне навантаження:</i>	
динамічність роботи	енерговитрати, Вт
статичне навантаження	енерговитрати, Вт, кг·с
робоча поза	Перебування в наклонному положенні, % від тривалості зміни
нахили тулуба	кількість разів за зміну
переміщення в просторі	км за зміну
<i>Напруженість праці:</i>	
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
<i>Травмонебезпечність (вибухонебезпека, пожежонебезпека, безпека травмування частинами машин й обладнанням, що рухається)</i>	Ступень небезпеки, бал

Продовження табл. 3.1

1	2
<b>3.Естетичні</b>	
<i>Гармонійність у робочій зоні світло-кольорової композиції, звукового середовища</i>	Естетичний рівень*
<i>Ароматичність запахів повітряного середовища</i>	Ступінь ароматичності*
<i>Гармонійність робочих поз і трудових рухів</i>	Траєкторія, ритм, обережність*
<b>4.Соціально-психологічні**</b>	
<i>Спорідненість колективу</i>	Рівень взаємозаміни в процесі праці, товариської взаємодопомоги, дисципліна праці, бали
<i>Характер міжгрупових стосунків у колективі</i>	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, як слідство, відбивається на техніко-економічних показниках виробництва.

## РОЗДІЛ 2. ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ

### Лекція 4. Основні положення виробничої санітарії

#### 4.1 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 охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, Міністерством праці та соціальної політики, 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», Державний стандарт України ДСТУ

#### 4.2 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.

*Згідно ДСТУ 2293-99 (п. 4.60) 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) згідно з ГОСТ 12.4.011-89 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.

Відповідно до «Гігієнічної класифікації умов праці за показниками

шкідливості і небезпеки чинників виробничого середовища, важкості і напруженості трудового процесу» (наказ МОЗ України № 382 від 31 грудня 1997 р.) фізіологічні особливості трудового процесу залежать від:

- *Безпеки праці* – це стан умов праці, при якій виключена дія на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників (ДСТУ 2293-99, Терміни та визначення.)

- *Важкості праці* – це характеристика трудового процесу, яка відображує переважно навантаження на опорно-рухомий 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.

#### 4.3 Загальна структура і склад повітряного середовища

*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 просто виробництві природні (фонові) параметри повітря додатково забруднюються викидами різних технологічних процесів (в основному при спалюванні палива, термічній та механічній обробці матеріалів, хімічних процесах). 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 могутні вертикальні струми повітря, відзначаються нестійкість температури, відносної вологості, тиску і т. ін. Температура повітря в тропосфері по висоті зменшується на  $0,6^{\circ}\text{C}$  на кожні 100 м і коливається від 40 до  $-50^{\circ}\text{C}$ .

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. В 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 в



основному відбувається на висоті 70-80 км. При цьому 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 при нормальних умовах (температурі  $20^\circ C$  і атмосферному тиску 101400 Па) дорівнює  $1,2 \text{ кг/м}^3$ .

## Лекція 5. Мікроклімат виробничих приміщень

### 5.1 Параметри мікроклімату

Значна дія на стан організму людини, що 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 водозахисних і кесонних роботах, а також при роботах на високісній (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  $1 \text{ м}^3$  може бути лише 5 г води, а при  $40^\circ C$  — близько 51 г.

**Абсолютна вологість** — це абсолютний вміст водяної пари в повітрі при даній температурі ( $г/м^3$ ).

**Максимальна вологість** — кількість водяної пари (в грамах), яка повністю насичує повітря при даній температурі.

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

Тому при оцінці вологості повітря приймається до уваги **відносна вологість** — це відсоткове відношення абсолютної кількості водяної пари в повітрі до її максимально можливої кількості при даній температурі 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.

## 5.2 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 при певних кліматичних умовах і складає від 85 (в стані спокою) до 500 Дж/с (важка робота).

Нормальне теплове самопочуття має місце, коли тепловиділення організму людини повністю сприймаються довкіллям, тобто коли має місце тепловий баланс ( $Q_{\text{тв}} = Q_{\text{тл}}$ ). В цьому випадку температура внутрішніх органів залишається постійною на рівні  $36,6^{\circ}\text{C}$  при досить широких коливаннях параметрів довкілля: від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Вона підтримується на цьому рівні за допомогою підсвідомого механізму **терморегуляції** – здібності 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 віддаються 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, окисляючись у тканинах, дають відповідну кількість енергії: 1 г жиру – 9,3 Ккал, 1 г білку і вуглеводів – 4,1 Ккал. Ця енергія використовується для проявлення функцій органів і систем, підтримання температури тіла людини тощо.

**Хімічна терморегуляція** організму досягається послабленням обміну речовин при загрозі перегрівання або посиленням обміну при охолодженні.

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

- *інфрачервоних променів, що випромінюються поверхнею тіла на навколишні предмети з нижчою температурою (радіація), –  $Q_{\text{рад}}$ ;*
- *нагрівом повітря, що омиває поверхню тіла (конвекція), –  $Q_{\text{кон}}$ ;*
- *теплопровідністю через одяг –  $Q_{\text{од}}$ ;*
- *випарюванням вологи (поту) з поверхні тіла –  $Q_{\text{вип}}$ ;*
- *підігріванням вдихуваного повітря і випаром зі слизових оболонок*

дихальних шляхів –  $q_{\text{пов}}$ .

Таким чином:

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

### 5.3 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 при одночасно підвищеній його вологості** приводить до збільшення температури тіла людини до **38–40°C** (гіпертермія), в наслідок чого здійснюється різноманітні фізіологічні порушення в організмі: зміни у обміні речовин, у серцево-судинної системи, зміни функцій внутрішніх органів (печінки, шлунка, жовчного міхура, нирок), змінні у системі дихання, порушення центральної та периферичної нервових систем.

При підвищенні температури значного збільшується потовиділення, в наслідок чого здійснюється різке **порушення водного обміну**. З потом із організму виділяється значна кількість солей, головним образом 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 при підвищеній вологості, тому що при цьому знижується процес випарювання поту, тобто погіршується тепловіддача від тіла людини.

Зміни в організмі при підвищеній температурі безумовно відображаються на працездатність людини. Так, збільшення температури повітря виробничого середовища з 20°C до 35°C приводить до зниження працездатності людини на 50–60% (рис. 5.1).

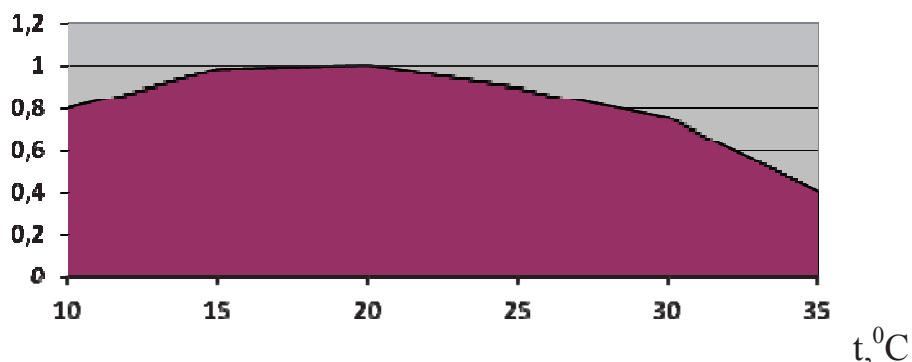


Рис. 5.1- Вплив температури повітря на продуктивність праці

Суттєві фізіологічні зміни в організмі здійснюються також при **холодовому впливу**, яке приводить до **переохолоджуванню організму** (гіпотермія).

Найбільш виражені реакції на низку температуру є звуження судин м'язів

та шкіри. При цьому зніжується пульс, збільшується об'єм дихання і споживання кисню. Тривала дія знижених температур приводить до появи таких захворювань як радикуліт, невралгія, суглобного та м'язового ревматизму, інфекційних запалювань дихального тракту, алергії і та ін. Охолодження температури тіла викликає порушення рефлекторних реакції, зниження тактильних і других реакцій, утруднюються рухи. Це також може бути причиною збільшення виробничого травматизму.

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

Дія метеорологічних чинників може бути двох видів: *антагоністичним і синергичним*.

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

При синергичній дії несприятливий вплив одного метеорологічного чинника посилюється іншим, що діє одночасно з першим (підвищена швидкість руху повітря при низьких температурах погіршує самопочуття, так як посилюється конвекційний теплообмін і процес тепловіддачі при випарюванні поту).

*З вищевикладеного виходить, що 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**.*

#### 5.4 Нормування параметрів мікроклімату

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** 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 **ІІб** 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 ІІІ – 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 періоду 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 по висоті 2 м від рівня підлоги або майданчика, на якому знаходяться місця постійного або тимчасового перебування працівників. **Постійне робоче місце** – місце, на якому той, що працює знаходиться більшу частину робочого часу (більше 50% або 2 ч і більше безперервно). Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, постійним робочим місцем вважається вся робоча зона. **Непостійне робоче місце** – місце, на якому той, що працює знаходиться меншу частину робочого часу, тобто менше 50% або менше 2 ч безперервно.

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

**Оптимальні мікрокліматичні умови** – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують збереження 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 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 спостерігатися 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/м<sup>2</sup> – при опромінюванні 50% та більше поверхні тіла, 70 Вт/м<sup>2</sup> – при величині



опромінюваної поверхні від 25 до 50% та  $100 \text{ Вт/м}^2$  — 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.5.2, 5.3).

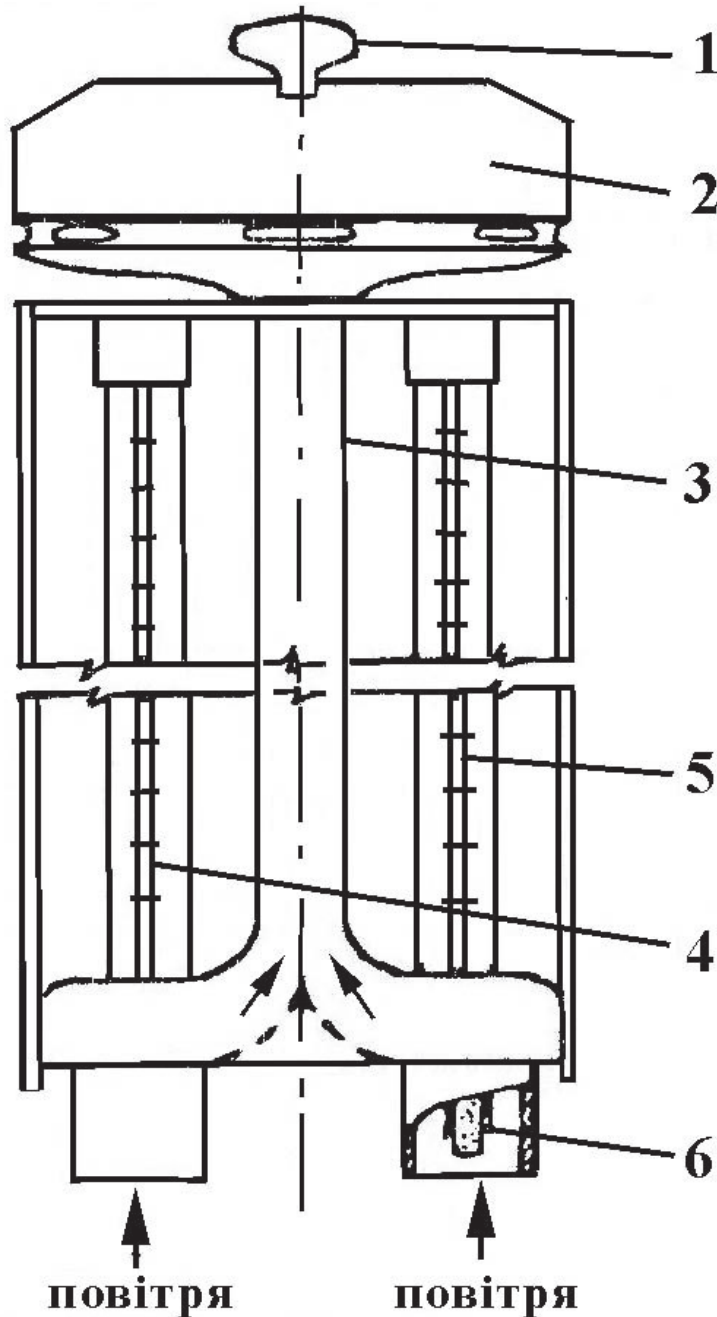


Рис. 5.2 – Аспіраційний психрометр Ассмана

Виміри показників мікроклімату повинні проводитися на початку, середині, кінці холодного і теплого періодів року не менше трьох разів в зміну



(на початку, середині і кінці). Вимірюють на висоті 1 м від підлоги при роботах сидячи і на висоті 1,5 м при роботах виконуваних 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 даний час в 1 м<sup>3</sup> повітря до максимально можливого її вмісту при даній температурі) визначається за допомогою **психрометрів** (рис. 5.2), **гігрометрів і гігрографів**.

#### **Визначення відносної вологості повітря.**

Аспіраційний психрометр Ассмана (рис. 5.2) 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 навколишнього повітря. Вологий термометр через випар води показує меншу температуру.

Оскільки інтенсивність випару залежить від волого насиченості повітря, то по різниці температур, показуваних сухим і вологим термометрами, можна знайти абсолютну вологість повітря за формулою:

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

де  $f_c$  – абсолютна вологість, що відповідає показникам сухого термометра, г/м<sup>3</sup>;

$f_{\max b}$  – вологовміст повітря, максимально насиченого водяною парою при температурі вологого термометра, г/м<sup>3</sup> (приймається по довідникам);

$B$  – барометричний тиск, мм. рт. ст.;

$\alpha$  - психрометричний коефіцієнт, що залежить від швидкості руху повітря, м/с;

$t_c$  і  $t_b$  – 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 при температурі сухого термометра, г/м<sup>3</sup>.

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. 5.3), **термоанемометри і кататермометри** (спиртний термометр з двома резервуарами – кульовим внизу і циліндровим вгорі).

Чашковий анемометр містить в собі обертові на осі чашечки 1 (рис. 5.3). 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 являє собою 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.

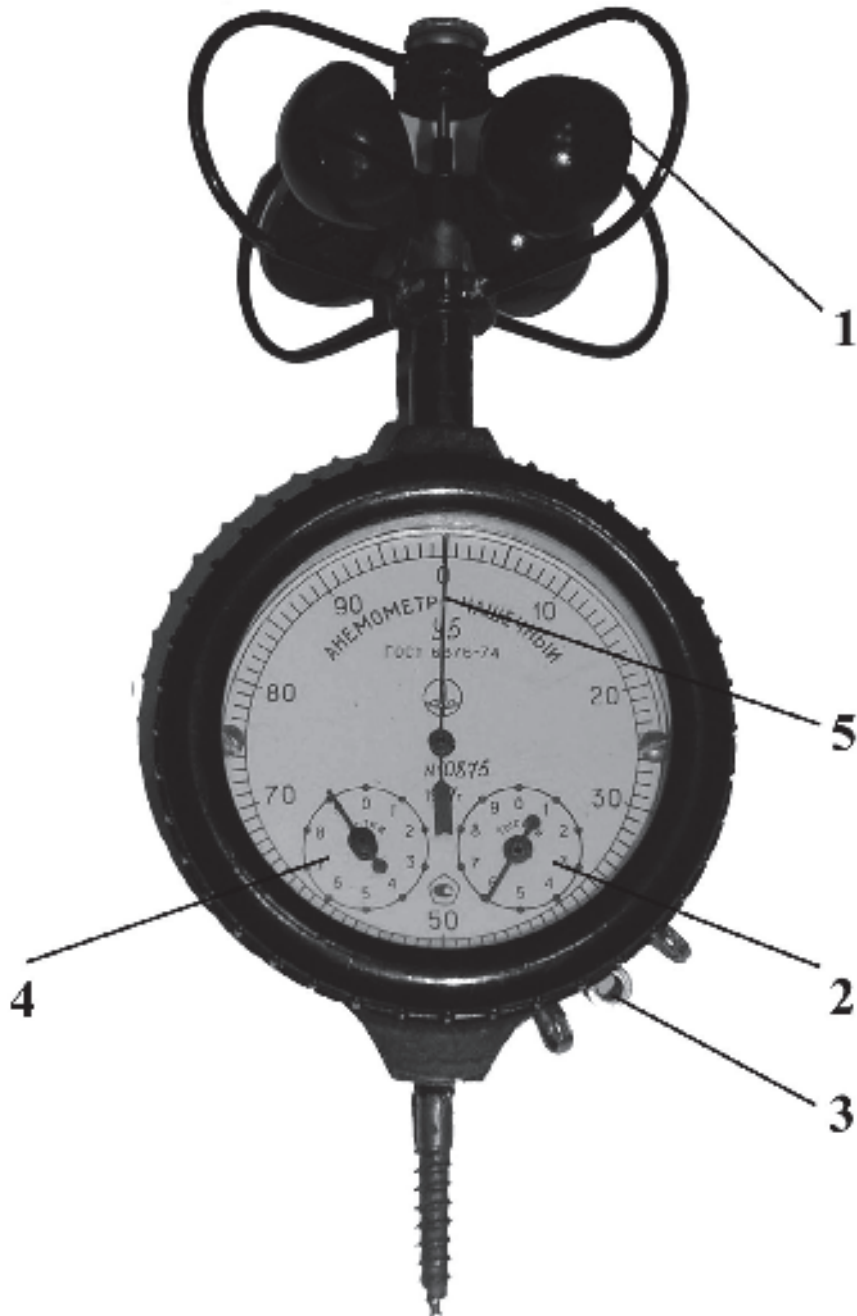


Рис. 5.3 - Чашковий анемометр

Перед початком виміру рахунковий механізм анемометра треба виключити і записати початковий відлік по всіх трьох циферблатах  $N_1$ . Потім анемометр з виключеним 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. По закінченні 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 в одиницю часу за формуло

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

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), визначені за допомогою приладів, порівнюють з величинами, нормованими ДСН 3.3.6.042-99.*

## 5.6 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:

- **удосконаленням 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, вживанням душовання і мікрокліматичних оазисів усередині виробничих приміщень з надлишками тепла. Для працівників, що працюють на відкритому повітрі взимку обладнувати приміщення для обігріву з температурою вище за комфортну.

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

У приміщеннях із значними площами зашкленних поверхонь передбачаються заходи захисту від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів в 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 підсолену (0,5%) воду. Це запобігає втрати води організмом, а також необхідних для людини солей та мікроелементів. Ці заходи покращують самопочуття та працездатність робітників в умовах дії підвищеної температури на робочих місцях.

## Лекція 6. Забруднення повітря виробничих приміщень

### 6.1 Вплив шкідливих речовин на організм людини

В даний час близько 70 тисяч хімічних речовин знаходять застосування в діяльності людини. Серед інгредієнтів забруднення повітряного середовища (шкідливі речовини) – тисячі хімічних сполук у вигляді аерозолів (твердих, рідин) чи газоподібному вигляді.

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 викидатися різні шкідливі речовини, які використовуються в технологічних процесах. *Шкідливими вважаються речовини, які при контакті з організмом людини за умови порушення вимог безпеки можуть привести до виробничої травми, професійному захворюванню або розладу в стані здоров'я, які визначаються сучасними методами як в процесі праці, так і у віддалені терміни життя сьогодення і подальших поколінь (ДСТУ 2293-99.*

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через *органи дихання, кишково-шлунковий тракт, а також шкіру і слизисті оболонки*. Через шляхи дихання потрапляють пари, гази і пилоподібні речовини. Це найбільш небезпечний шлях проникнення, оскільки через слизисті оболонки дихальної системи шкідливі речовини швидко всмоктуються в кров і розносяться по всьому організму. Через кишково-шлунковий тракт шкідливі речовини потрапляють при заковтуванні 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 попали тим або іншим шляхом в організм людини можуть викликати отруєння: *гострі* (є наслідком короткочасної дії шкідливих речовин що потрапляють в організм в 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 їх форми*.

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

## 6.2 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 агрегатних 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. По характеру токсичності шкідливі речовини поділяють на 4 групи:

- *їдкі, які руйнують шкіру і слизисті оболонки* – соляна і сірчана кислоти та ін.;

- *діючі на органи дихання* – оксиди кремнію, сірки та ін.;

- *діючі на кров* – оксид вуглецю, миш'яковистий водень та ін.;

- *діючі на нервову систему* – спирти, ефіри, сірководень, вуглеводні.

5. Хімічні речовини (шкідливі і небезпечні) у відповідність з ГОСТ 12.1.007-76\* по характеру і ступеню дії на організм людини діляться на:

- *загально токсичні*, які викликають отруєння всього організму ( ртуть, оксид вуглецю, толуол, анілін);

- *дратуючі*, які викликають роздратування дихальних шляхів і слизистих оболонок (хлор, аміак, сірководень, озон);

- *сенсibiliзуючі*, які діють як алергени (альдегіди, розчинники і лаки на основі нітросполук);

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

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

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

6. *Пил за способом утворення* розрізняється:

- *на пил дезінтеграції* (при подрібненні, дробленні);

- *на пил конденсації* (при охолодженні і подальшій конденсації в повітрі пари металів і неметалів).

7. *Пил по дії на організм* людини підрозділяють:

- *на токсичний* (викликає отруєння);

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

## 6.3 Нормування шкідливих речовин

Шкідливі речовини, які попали в організм людини викликають порушення здоров'я лише у тому випадку, коли їх кількість в повітрі перевищує гранично допустиму для кожної речовини величину. Під *гранично допустимою*



концентрацією (ГДК) мають на увазі таку концентрацію, яка при щоденній (окрім вихідних днів) роботі 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 в стані здоров'я, які визначаються сучасними методами як в процесі праці, так і у віддалені терміни життя сьогоднішнього і майбутніх поколінь.

По величині ГДК в повітрі робочої зони шкідливі речовини підрозділяються на 4 класи небезпеки (ГОСТ 12.1.007-76\*):

-1-й клас – речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше 0,1 мг/м<sup>3</sup> (свинець, ртуть, берилій, озон);

-2-й клас – речовини високо небезпечні, ГДК від 0,1 до 1,0 мг/м<sup>3</sup> (кислоти сірчана і соляна, хлор, фенол, їдкі луги);

-3-й клас – речовини помірно небезпечні, ГДК 1,1 – 10 мг/м<sup>3</sup> (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий);

-4-й клас – речовини мало небезпечні, ГДК більше 10 мг/м<sup>3</sup> (аміак, бензин, ацетон, цемент).

Необхідно також мати на увазі, що в списку ГДК приводиться більше 1300 найменувань шкідливих речовин (ГОСТ 12.1.005-88) 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.

При вмісті в повітрі робочої зони декількох речовин односпрямованої дії для забезпечення безпеки роботи слід дотримуватися наступної умови:

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + C_3/\text{ГДК}_3 + \dots + C_n/\text{ГДК}_n \leq 1, \quad (8.1)$$

де  $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$  – концентрації відповідних шкідливих речовин в повітрі, мг/м<sup>3</sup>;

$\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2 \dots \text{ГДК}_n$  – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м<sup>3</sup>.

#### 6.4 Контроль концентрації шкідливих речовин

Для контролю концентрації шкідливих речовин в 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. 6.1) застосовано на лінійно-колористичному методі. Він полягає в аспірації повітря, яке досліджується за допомогою повітря відбірного пристрою крізь індикаторні трубки, заповнені зернистим сорбентом з нанесеним на нього кольору утворюючого реагенту.

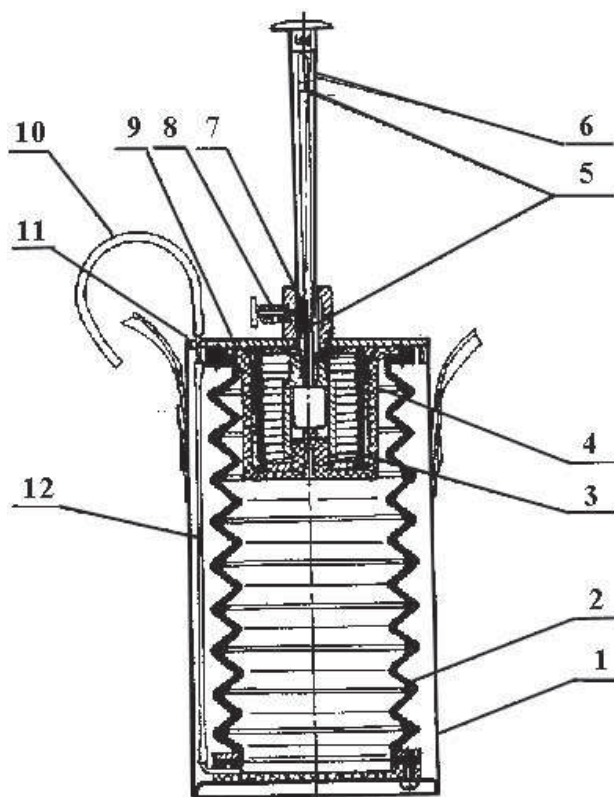


Рис. 6.1 – Універсальний газоаналізатор УГ-2

У комплект УГ-2 входить повітря забірний 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 унаслідок 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 аналізується, і визначається за шкалою, градуйованою у  $\text{мг/м}^3$ .

Основною частиною повітря забірною обладнання (рис. 6.1), за допомогою якого прокачується повітря з аналізованим газом (парою) крізь індикаторну трубку, є гумовий сільфон 2, розташований всередині металевого стакана 1. Гумовий сільфон 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 повітря забірною пристрою розташована нерухома втулка 7, для спрямування штоку при стискуванні 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, при необхідності, фільтруючий патрон.

Прокачування досліджуваного повітря через індикаторну трубку проводиться після попереднього стиску сильфону штоком. На гранях (під голівкою штока) позначено об'єми повітря, що прокачують при аналізі. 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 при русі 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 являють собою 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 сургучем, який вилучають перед проведенням досліджень.

- *лабораторний метод* - полягає у відборі проб повітря з робочої зони і проведенні фізико-хімічного аналізу (хроматографічний, фотоколориметричний) в 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<sup>3</sup>.

6.5 Методи регулювання якості повітряного середовища і зниження негативного впливу забруднюючих та шкідливих речовин на працівників

*Методи регулювання якості повітряного середовища є невід'ємною частиною загальнодержавного підходу до керування навколишнім середовищем відповідно до ДСТУ ISO 14001-97 (Системи управління навколишнім середовищем. Київ, Держстандарт України).*

*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, установа плати за викиди, штрафні санкції, страхування екологічних ризиків, пільги); нормативно-правові (установа гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у повітряному середовищі, установа гранично допустимих викидів на джерела викидів, нормування технологічних викидів, вимоги до інвентаризації викидів); вибір технологій, палива, застосування ефективних методів очищення й уловлювання забруднюючих 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 їх 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 працюючих включають:

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

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

- автоматизація і дистанційне керування технологічними процесами і устаткуванням, що виключають безпосередній контакт працюючих з 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 особистою гігієни;

- контроль за вмістом шкідливих речовин в повітрі робочої зони;

- законодавчі, санітарні й лікувально-профілактичні заходи передбачають для осіб, що працюють з токсичними речовинами, встановлюють обмеження робочого дня, збільшення відпустки, ранні терміни виходу на пенсію та ін.

- використання засобів індивідуального захисту – спецодяг, засоби



захисту органів дихання (протигазу фільтруючі, шлангові, респіратори), засоби захисту шкіри, рук, обличчя (пасти, мазі).

Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 при перевищенні гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в повітрі робочої зони персонал зобов'язаний застосовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), які є одним із найбільш ефективних заходів попередження негативного впливу на працюючих шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища.

До засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) від дії задушливих та токсичних газів, пару та пилу відносяться: респіратори (рис. 6.2), промислові протигазу та ізолюючі дихальні апарати, що забезпечують очистку повітря від шкідливих речовин до рівня, який не перевищує ГДК відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005-88 та відповідають вимогам ДСТУ EN.

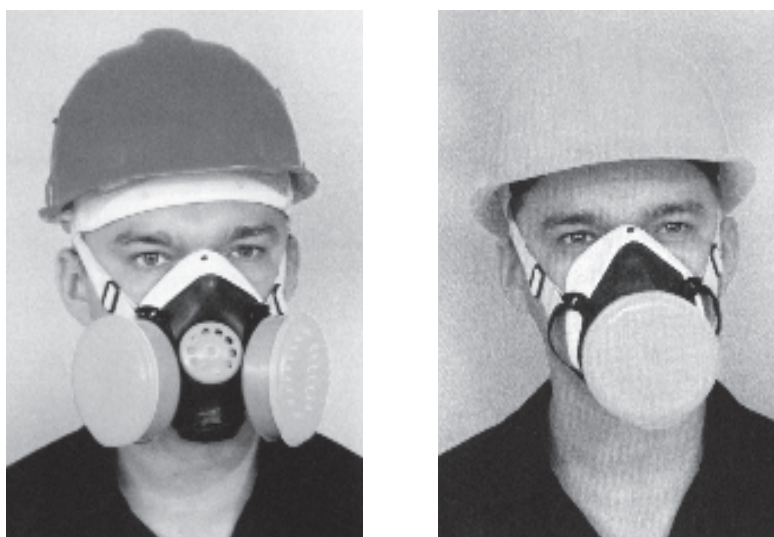


Рис.6.2 - Респіратори протипилові

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).

## Лекція 7. Оздоровлення повітря виробничих приміщень

### 7.1 Вентиляція виробничих приміщень

*Вентиляція — це організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу на його місце свіжого. Задачею 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 видається ( $L_B$ ) або надходить у приміщення ( $L_P$ ).*



Для ефективної роботи вентиляції необхідно дотримувати ряду вимог:

1. Обсяг припливу повітря  $L_D$  у приміщення повинний відповідати обсягу витяжки повітря  $L_B$ . Різниця між цими обсягами не повинна перевищувати 10-15%. Можлива організація повітрообміну, коли обсяг припливного повітря більше обсягу повітря, що видаляється. При цьому в приміщенні створюється надлишковий тиск у порівнянні з атмосферним, що виключає інфільтрацію забруднюючих речовин у дане приміщення. Така організація вентиляції здійснюється у виробництвах, що пред'являють підвищені вимоги до чистоти повітряного середовища (наприклад, виробництво електронного устаткування). Для виключення 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. При 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, при видаленні шкідливих речовин із щільністю більшою ніж у повітря — з нижньої зони.

3. Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегріву, шуму, вібрації, пожежовибухонебезпечності).

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

7.2. Визначення необхідного повітрообміну при загальнообмінній вентиляції.

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

1. При нормальному мікрокліматі та відсутності шкідливих речовин необхідний повітрообмін може бути визначений за формулою:

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

де  $n$  - число працюючих;

$L'$  - витрата повітря на одного працюючого, прийнята в залежності від об'єму приміщення, що приходить на одного працюючого  $V'$ ,  $\text{м}^3$  (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 при наявності природної вентиляції повітрообмін не розраховують); при відсутності природної вентиляції (герметичні кабінки)  $L' = 60 \text{ м}^3/\text{год}$ ).

2. При видаленні шкідливих речовин з приміщення необхідний повітрообмін визначається, виходячи з їхнього розведення 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, мг/год;

$C_{\text{ВИД}}$  і  $C_{\text{ПР}}$  - концентрації шкідливих речовин у повітрі, що видаляється, та у припливному повітрі ( $C_{\text{ВИД}} \leq ГДК, C_{\text{ПР}} \leq 0,3ГДК$ ).

3. При боротьбі з надлишковим теплом необхідний повітрообмін залежить від умов асиміляції тепла та обсягу припливного повітря і визначається 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, ккал/год, ( $Q_{\text{НАД}} = Q_{\text{СУМ}} - Q_{\text{ВИД}}$ , де:  $Q_{\text{СУМ}}$  - сумарне надходження тепла,  $Q_{\text{ВИД}}$  - кількість тепла, що видаляється за рахунок тепловтрат);

$\rho_{\text{ПР}}$  - густина припливного повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$c_{\text{П}}$  - теплоємність повітря, ккал/(кг·град), (теплоємність сухого повітря 0,24 ккал/(кг·град));

$t_{\text{ВИД}}$ ,  $t_{\text{ПР}}$  - температура повітря, що видаляється і припливного повітря, °С.

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

$$L = K \cdot V,$$

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

### 7.3 Природна вентиляція

**Природна вентиляція** — система вентиляції, переміщення повітря при якій здійснюється завдяки виникаючій різниці тисків усередині і зовні приміщення, називається природною вентиляцією. Різниця тисків обумовлена різницею щільності зовнішнього та внутрішнього повітря (гравітаційний тиск чи тепловий напір  $\Delta P_T$ ) і вітровим напором ( $\Delta P_B$ ), що діє на будову. Розрахунок теплового напору можна провести за формулою:

$$\Delta P_T = gh(\rho_3 - \rho_B), \text{ (Па)}$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

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

$\rho_3$  і  $\rho_B$  - густина зовнішнього і внутрішнього повітря, кг/м<sup>3</sup>.

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

$$\Delta P_B = k_n (v_B^2 \rho_3) / 2, \text{ (Па)},$$

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 ряду 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 вентиляція.

Організована природна вентиляція (аерація) може бути витяжна без організованого припливу повітря (канална аерація) і витяжна з організованим припливом повітря (канална та безканална аерація). Канальна природна витяжна вентиляція без організованого припливу повітря широко застосовується в житлових і адміністративних будинках. Розрахунковий гравітаційний тиск таких систем вентиляцій визначають при температурі зовнішнього повітря  $+5^{\circ}\text{C}$ , вважаючи, що весь тиск падає в тракці витяжного каналу, при цьому опір входу повітря в будинок не враховується. При розрахунку мережі повітроводів насамперед роблять орієнтований підбір їх площин, виходячи з 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.

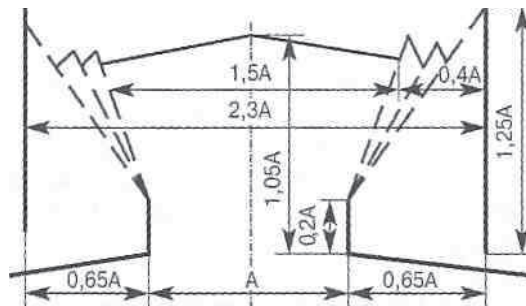


Рис. 7.1- Дефлектор

Для збільшення тиску в системах природної вентиляції на даху будівлі витяжні шахти обладнуються насадками-дефлекторами, які розташовують у зоні ефективної дії вітру (рис. 7.1).

Посилення тяги відбувається завдяки розрідженню, яке виникає при обтіканні дефлектора потоком повітря, що набігає. Орієнтовно продуктивність дефлектора може бути розрахована за формулою:

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

де  $D$  — діаметр підвідного патрубку, (м);

$v_B$  — 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 - безканална аерація (рис. 7.2).

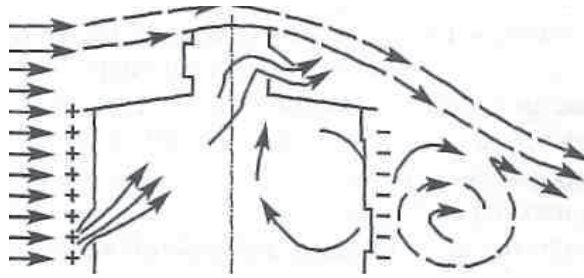


Рис.7.2 - Аерація приміщень

Повітрообмін регулюють різним ступенем відкривання фрамуг (у залежності від температури зовнішнього повітря чи швидкості і напрямку вітру). Цей спосіб вентиляції знайшов застосування в промислових будинках, що характеризуються технологічними процесами з великими тепловиділеннями (прокатні, ливарні, ковальські цехи).

Основною перевагою аерації є можливість здійснювати великі повітрообміни без витрат механічної енергії. До недоліків аерації слід віднести те, що в теплий період року її ефективність може істотно знижуватись через зниження перепаду температур зовнішнього і внутрішнього повітря, а також те, що повітря, яке надходить у приміщення, не піддається попередньому очищенню, підігріву чи охолодженню в залежності від пори року, а повітря, що видаляється, в окремих випадках може забруднювати повітряну атмосферу.

#### 7.4 Механічна вентиляція

*Механічна вентиляція* — вентиляція, за допомогою якої повітря подається в приміщення чи видаляється з них з використанням механічних побудників руху повітря, називається механічною вентиляцією.

Якщо система механічної вентиляції призначена для подачі повітря, то вона називається припливною (рис. 7.3, а), якщо ж вона призначена для видалення повітря - витяжною (рис. 7.3, б). Можлива організація повітрообміну з одночасною подачею та видаленням повітря - припливно-витяжна вентиляція (рис. 7.3, 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).

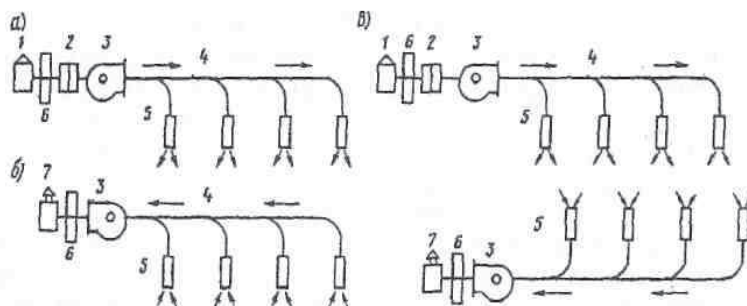


Рис. 7.3 - Схеми механічної вентиляції:

а - припливна; б - витяжна; в - припливно-витяжна; 1 - повітрозабірний пристрій; 2 - повіронагрівач 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. При загальнообмінній 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, душировання робочих місць у гарячих цехах). Витрати на повітрообмін значно скорочуються, якщо уловлювати шкідливі речовини в місцях їх виділення, не допускаючи їх 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, і т. ін.). Така вентиляція називається місцевою (рис.7.4).

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

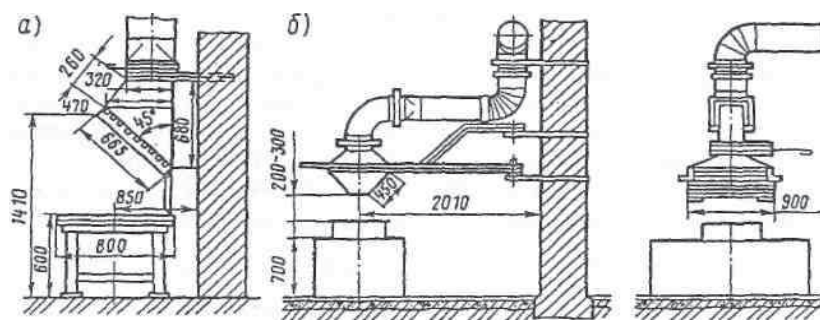


Рис. 7.4. Похилий боковий (панельний) відсмоктувач над зварювальним столом: а - одностороннього всмоктування; б - двостороннього всмоктування

У системах механічної вентиляції рух повітря здійснюється в основному вентиляторами - повітродувними машинами (осьового чи радіального типу), і в деяких випадках, ежекторами. Вентилятор осьового типу — це розташоване в циліндричному кожусі лопаткове колесо, при обертанні якого повітря, що надходить у вентилятор, під дією лопаток переміщується в осьовому напрямку. До переваг осьових вентиляторів відноситься простота конструкції, велика продуктивність, можливість реверсування потоку повітря. До їх основних недоліків відноситься мала величина тиску (30-300 Па) та підвищений шум. Вентилятор радіального типу складається зі спірального корпусу з розміщеним усередині лопатковим колесом, при обертанні якого повітря, що припливає через вхідний отвір, попадає в канали між лопатками колеса і під дією центробіжної сили переміщається по цих каналах, збирається корпусом та викидається через випускний отвір. Тиск вентиляторів такого типу може досягати більш 10000 Па.

Вентиляційна система (припливна, витяжна, припливно-витяжна), як правило, складається з повітрозабірних 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, вентилятора, 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 ( $P_{MO}$ ) — повороти, зміни площ, перетини, фільтри, калорифери і та ін.). Повні втрати тиску  $P_{\Sigma}$  (Па) визначають підсумовуванням втрат тиску на окремих розрахункових ділянках:

$$P_{\Sigma} = P_{TP} + P_{MO} = \left( \sum_1^n I \cdot \lambda / d + \sum_1^m \xi \right) \cdot \rho \cdot v_{II}^2$$

де  $I$  - довжина ділянки повітроводу, що характеризується сталістю втрат тиску та швидкості повітря, м;

$d$  - діаметр перерізу повітроводу, м;

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

$\xi$  - коефіцієнт місцевого опору (довідкові дані в залежності від фасонних змін повітроводів та устаткування,  $\xi = 0 \dots 1000$ );

$\rho$  - густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$v_{II}$  - швидкість повітря, м/с;

$n$  - кількість ділянок магістралі;

$m$  - кількість елементів місцевих опорів.

*Порядок розрахунку вентиляційної мережі наступний:*

1. Вибирають конфігурацію мережі в залежності 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, виходячи з допустимих швидкостей руху повітря (у звичайних вентиляційних системах швидкість приймають 6-12 м/с, а в аспіраційних установках для запобігання засмічення — 10-25 м/с).

3. Розраховують опір мережі, причому за розрахункову звичайно приймають найбільш протяжну магістраль.

4. По каталогах вибирають 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). При виборі вентилятора враховують, що його продуктивність пропорційна швидкості обертання робочого колеса, повний тиск — квадрату швидкості обертання, а споживана потужність — кубу швидкості обертання. Установочна потужність електродвигуна ( $N$ , кВт) для вентилятора розраховується за формулою:

$$N = k \cdot L \cdot P / (1000 \cdot \eta_v \cdot \eta_{II}),$$

де:  $k$  - коефіцієнт запасу (1,05 - 1,15);  $L$  - продуктивність вентилятора, м<sup>3</sup>/год;  $P$  - повний тиск вентилятора, Па;  $\eta_v$  - ККД вентилятора;  $\eta_{II}$  - ККД передачі від вентилятора до двигуна (для клиновидних пасів  $\eta_{II} = 0,9 - 0,95$ , для плоских пасів 0,85-0,9).

Вентиляція не тільки забезпечує чистоту повітря та задані метеорологічні

умови у виробничих приміщеннях, але і, в разі наявності в повітрі робочої зони шкідливих та небезпечних речовин, одночасно виконує і функції засобу колективного захисту працюючих від їх негативного впливу.

## 7.5 Системи кондиціонування повітря

Системи кондиціонування повітря (СКП) забезпечують автоматичне підтримування в приміщенні, незалежно від зовнішніх умов (постійних чи таких, що змінюються), по визначеній програмі: температури, вологості, чистоти та швидкості руху повітря. У відповідності з вимогами для конкретних приміщень повітря нагрівають або охолоджують, зволожують або висушують, очищають від забруднюючих речовин або піддають дезінфекції, дезодорації, озонуванню. 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 ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень).

До складу СКП входять: системи приготування (охолодження, підігріву, зволоження, озонування і т. ін.), переміщення та розподілу повітря, засоби автоматики, дистанційного керування та контролю. Більшість з них, як правило, розташовано в основному апараті СКП – кондиціонері.

Установки для кондиціонування повітря можуть бути централізованими (рис. 7.5) – вони обслуговують, як правило, одразу декілька приміщень або будинків, та місцевими – вони обслуговують лише окремі приміщення або робочі місця.

Продуктивність централізованих СКП може досягати 250000 м<sup>3</sup>/год та більше. В централізованих СКП приготування та обробка, 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 обслуговуються. Для охолодження повітря застосовується розпилена холодна вода та компресорні холодильні пристрої, а для підігріву, як правило, калорифери.

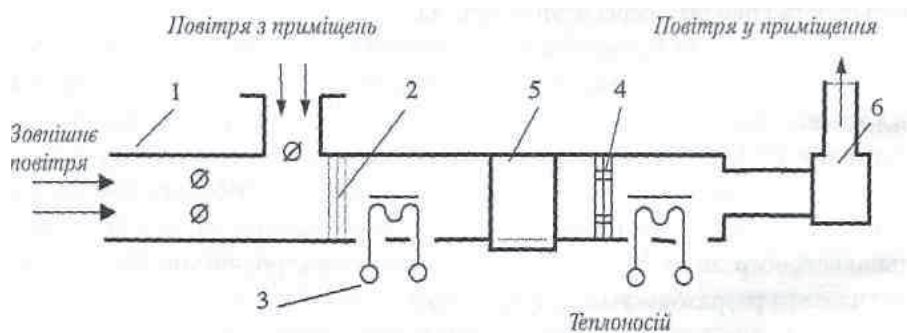


Рис. 7.5 - Схематична конструкція кондиціонера:

- 1- корпус; 2 - фільтр; 3 - калорифер; 4 - краплеуловлювач; 5 - зволожуюча та охолоджуюча камера; 6 - вентилятор.

В свою чергу, місцеві СКП поділяються на автономні та неавтономні. Автономні СКП – це самодостатні системи, які мають усе необхідне

устаткування для оброблення повітря (охолодження, підігрів і т. ін.) і потребують лише 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 подачі тепла та холоду.

Найбільш поширеними є автономні місцеві СКП типу «спліт». Така СКП має два блока, 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 хладагент (фреон). Робота кондиціонера здійснюється наступним чином. На вхід компресора подається газоподібний фреон під малим тиском 3..5 атмосфери. Компресор стискає фреон до 10... 15 атмосфер, при цьому фреон нагрівається і поступає в конденсатор, що розташований у зовнішній частині. При інтенсивному обдуві 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, в свою чергу, охолоджує повітря, яке прямує через радіатор за допомогою внутрішнього вентилятора до приміщення. Далі цикл повторюється. Таким чином, ця система лише охолоджує внутрішнє повітря приміщення (подача свіжого повітря відсутня). Очистка 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 і, при необхідності, 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:

$$Q_K = Q_3 + Q_O + Q_P,$$

де  $Q_3$  - зовнішній приплив тепла; орієнтовно  $Q_3 = q \cdot V$ , де:  $q$  – коефіцієнт (30...40 Вт/м<sup>3</sup>), для вікон південної орієнтації  $q = 40$  Вт/м<sup>3</sup>, для північної –  $q = 30$  Вт/м<sup>3</sup>, середнє значення  $q = 35$  Вт/м<sup>3</sup>;

$V$  - об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$Q_O$  - виділення тепла від обладнання, кВт (орієнтовно для персонального комп'ютера та копіювального пристрою  $Q_O = 0,3$  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).

Далі вибирають ближчу за потужністю марку кондиціонера або розраховують необхідну кількість заданих за потужністю кондиціонерів.

## 7.6 Засоби індивідуального захисту від впливу теплового опромінювання та переохолодження

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

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

- при аварійних роботах – тепловідбиваючий 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 працюючих в 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 виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури 313° К (40°С) у відповідності з ГОСТ 12.4.176-89, ГОСТ 12.4.016-87 та ДСТУ ISO.

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, рекомендується підвищувати споживання білкової їжі. Ці заходи покращують самопочуття та працездатність робітників в умовах дії підвищеної температури на робочих місцях.

*Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) працюючих від переохолодження застосовують при роботі в умовах охолоджувального мікроклімату – поєднання параметрів мікроклімату, при якому 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 працюючих від переохолодження представляють собою, або „звичайний” одяг з відповідною теплоізоляцією, або „спеціальний обігрівачих” одяг, наприклад від електричних джерел.*

## Лекція 8. Освітлення виробничих приміщень

### 8.1 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 і т. ін. Наприклад, збільшення освітленості від 100 до 1000 люкс при напруженій зоровій роботі приводить до підвищення 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 міокопія (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 340000 нм.

Слід відмітити особливо важливу роль в життєдіяльності людини природного освітлення, до спектрального складу якого входить не лише світлове, а і ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання. Воно стимулює біохімічні процеси в організмі, поліпшує обмін речовин, загартовує організм, і саме завдяки наявності ультрафіолетової частини спектру йому властива протибактерицидна дія. У зв'язку з цим при недостатньому природному освітленні 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'єкту залежить від властивості ока, а також освітлення (або власного світла об'єкту).

**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, так званої зорової напруженості, або напруженості зорової роботи. До таких процесів відносяться адаптація, акомодация та конвергенція.*

**Адаптація** – здатність ока пристосовуватися до різної освітленості звуженням 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 при розгляданні близько розташованих предметів займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

*До основних світлотехнічних величин, які використовуються при нормуванні та розрахунках освітлення, відносяться: світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість, фон, контраст та видимість, індекс*



**кольоропередачі, коефіцієнт пульсації освітленості, циліндрична освітленість, показник дискомфорту, показник осліпленості.**

**Світловий потік ( F )** – це потік випромінювання, який оцінюється за його дією на людське око. За одиницю світлового потоку прийнято люмен (лм). Наприклад, лампа розжарювання потужністю 40 Вт створює світловий потік 415-460 лм, а люмінесцентна лампа ЛД 40 такої же потужності – 2340 лм.

**Сила світла ( I )** – просторова густина світлового потоку, яка визначається відношенням світлового потоку F (лм) до тілесного кута  $\omega$ , у якому цей потік поширюється:  $I = F/\omega$ . За одиницю сили світла прийнято канделу (кд). Тілесний кут – частина простору сфери, обмежена конусом, що спирається на поверхню сфери з вершиною у її центрі. За одиницю тілесного кута прийнято стерadian (ср). Кут в 1 ср вирізає на поверхні сфери площину рівну квадрату радіуса сфери. Кандела – це сила світла еталонного джерела площиною  $0,5305 \text{ мм}^2$  в перпендикулярному напрямку при температурі затвердіння платини  $2046,65^\circ\text{К}$  та тиску  $P = 101325 \text{ Па}$ .

**Освітленість ( E )** – поверхнева густина світлового потоку. При рівномірному розподілі світлового потоку F, перпендикулярного освітлюваній поверхні S, освітленість  $E = F/S$ . Наприклад, освітленість поверхні у повний місяць дорівнює 0,2-0,3 лк, під час білої ночі 2-3 лк, опівдні (літо) – 68000-99000 лк.

**Яскравість поверхні ( B )** – поверхнева густина сили світла, визначається як відношення сили світла I у даному напрямі до проекції поверхні, що світиться, на площину, перпендикулярну до напрямку спостереження.  $B = I/S \cos \alpha$ , де  $\alpha$  – кут між нормаллю до поверхні та напрямом зору. За одиницю яскравості прийнято канделу на квадратний метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$  або ніт). Наприклад, яскравість люмінесцентних ламп –  $5 \cdot 10^3 - 10^5 \text{ кд}/\text{м}^2$ , лампи розжарювання –  $5,5 \cdot 10^6 \text{ кд}/\text{м}^2$ . Око людини спроможне функціонувати у діапазоні яскравостей  $10^{-6} - 10^4 \text{ кд}/\text{м}^2$ . Засліплююча яскравість залежить від розміру поверхні, яка світиться, яскравості сигналу та рівня адаптації зору і має розбіг  $6,4 \cdot 10 - 15,9 \cdot 10^4 \text{ кд}/\text{м}^2$ . Для ефективного бачення об'єкту фонова яскравість повинна знаходитися у діапазоні  $10-500 \text{ кд}/\text{м}^2$ .

**Коефіцієнти відбиття  $\rho$ , поглинання  $\beta$  та пропускання  $\tau$**  для будь-яких поверхонь вимірюються у процентах або частках одиниці ( $\rho + \beta + \tau = 1$ ):  $\rho = F_\rho / F$ ;  $\beta = F_\beta / F$ ;  $\tau = F_\tau / F$ , де:  $F_\rho, F_\beta, F_\tau$ , - 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 при  $\rho > 0,4$ , середнім – при 0,4 та темним при  $\rho \leq 0,2$ .

**Контраст ( K )** об'єкта розрізнення та фону визначається різницею між їх яскравостями:  $K = (B_o - B_\phi) / B_\phi$ , де  $B_o$  та  $B_\phi$  – відповідно яскравості об'єкта розрізнення та фону. Контраст вважають великим при  $K > 0,5$ , середнім при  $0,2 < K < 0,5$ , малим при  $K < 0,2$ .

**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:  $V = K / K_{\text{пор}}$ , де  $K$  – контраст між об'єктом розрізнення та фоном;  $K_{\text{пор}}$  – пороговий контраст, тобто найменший контраст, що розрізняється оком за даних умов. Для нормального зорового сприйняття  $V$  повинна бути рівною 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 у порівнянні 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 при живленні їх змінним струмом, який визначається як  $K_n = (E_{\text{MAX}} + E_{\text{MIN}}) / (2 \cdot E_{\text{СЕР}}) \cdot 100\%$ , де:  $E_{\text{MAX}}$ ,  $E_{\text{MIN}}$  – відповідно максимальне та мінімальне значення освітленості за період її коливання, лк;  $E_{\text{СЕР}}$  – середнє значення освітленості за той самий період, лк.

**Напівциліндрична освітленість** – характеристика насиченості світлом простору і тінестворюючого 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 почуття при нерівномірному розподілі яскравості в полі зору і розраховується як  $M = V_c \omega^{0,5} / (\varphi_0 V_{\text{ад}}^{0,5})$ , де:  $V_c$  – яскравість блискового джерела, кд/м<sup>2</sup>;  $\omega$  – кутовий розмір блискового джерела, стерadian;  $\varphi_0$  – індекс позиції блискового джерела відносно лінії зору;  $V_{\text{ад}}$  – яскравість адаптації, кд/м<sup>2</sup>.

**Показник осліпленості ( $P$ )** – критерій оцінки сліпучої дії освітлювальної установки, що визначається виразом  $P = (S - 1)1000$ , 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 при 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.

## 8.2 Системи виробничого освітлення та основні вимоги до нього

Залежно від джерел світла, які використовуються 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, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

**За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється 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 працюючих 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.

В свою чергу, природне освітлення конструктивно виконується 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, в свою чергу, 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 при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла.

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

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

- освітленість робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для

даного 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 засліплюючого блиску;

- штучне світло, що використовується на підприємствах, за своїм спектральним складом має наближатися до природного;

- системи освітлення, які використовуються 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.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення. Нормування».*

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 постачаються комплектно зі станками, машинами і виробничими меблями.

### 8.3 Нормування штучного освітлення

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

*При штучному освітленні нормативною величиною є абсолютне значення освітленості (E) на робочих поверхнях.*

*Згідно з ДБН В.2.5-28-2006 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 фона, а також залежність від системи освітлення у робочому приміщенні (природне, суміщене, бокове, верхнє, загальне, комбіноване).*

*Для виробничих приміщень згідно ДБН В.2.5-28-2006 визначено всього вісім розрядів зорової роботи (I-VIII - див. Таблицю 1 діючих Норм у додатку А). Найвищу точність забезпечує I розряд зорової роботи (розмір об'єкту розрізнення менше 0,15 мм.). Найнижчу, грубу або дуже малу точність, мають VI-VII розряди (розмір об'єкту 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 фона (коефіцієнта відбиття робочої поверхні), а останній – в залежності від того, як*



здійснюється загальне спостереження за ходом виробничого процесу (постійно, періодично і т. ін.). Найбільша нормована освітленість для штучного освітлення складає 5000 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 використовуються в цих приміщеннях.

#### 8.4 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)*:

$$КПО = (E_{BH} / E_{ЗОВ}) \cdot 100\%,$$

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

$E_{ЗОВ}$  (лк) – зовнішня горизонтальна освітленість, що має місце в той же самий час при повністю відкритому небосхилі.

*За системи бокового природного освітлення (через віконні прорізи у стінах) нормується мінімальне значення КПО.* В разі використання бокової однібічної 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 6м при боковому освітлені нормується мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, що віддалена від світлових прорізів:

- на 1,5м більше висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I-IV розрядів;
- на 2м більше висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V-VII розрядів;
- на 3м більше висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

*В разі використання бокової двобічної системи освітлення – це КПО у точці, яка розташована на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення та умовної робочої поверхні 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 обчислюється 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 обчислюється за*



формулою:

$$KPO_1 = (KPO_1 / 2 + KPO_2 + KPO_3 + \dots + KPO_{n-1} + KPO_n / 2) / (n-1),$$

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

На рівень природного освітлення виробничих приміщень впливають, в першу чергу, світловий клімат, який залежить від географічного розташування даного місця, площа та орієнтація світлових отворів, конструкція вікон, чистота скла, геометричні параметри приміщень та відбиваючі 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:

$$e_N = e_H \cdot m_N$$

де  $e_H$  – нормоване значення КПО за ДБН В.2.5-28-2006;

$m_N$  – коефіцієнт світлового клімату;

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

Найбільше нормоване значення коефіцієнта природної освітленості для природного освітлення складає 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 складає 6% (розряд I), а найменше – 0,1 (розряд VIII г).

Також суміщене освітлення слід використовувати у наступних випадках:

– для виробничих та інших приміщень у випадках, 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.

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

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

**Штучні джерела світла.** Як джерела світла при штучному освітленні в основному використовуються лампи розжарювання та газорозрядні лампи. Хоча останнім часом все більше місця знаходять світлодіодні джерела світла

вони поки ще не знайшли належного застосування. Основними характеристиками джерел світла є номінальна напруга, потужність споживання, світловий потік, питома світлова віддача та строк служби.

У *ламні розжарювання* видиме світло випромінює нагріта до високої температури нитка з тугоплавкого матеріалу, що робить їх простими у виготовленні та надійними в експлуатації. До їх недоліків можна віднести малу світлову віддачу (10-15 лм/Вт), невеликий строк служби (близько 1000 год), високу температуру поверхні колби та не дуже сприятливий для людського ока спектральний склад світла, в якому переважають жовтий та червоний кольори при 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. В залежності від технології виготовлення, газорозрядні лампи бувають низького (люмінесцентні) та високого тиску. Люмінесцентні лампи мають великий строк служби (більше 10000 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 відноситься: підвищена пульсація світлового потоку, нестійка робота при низьких температурах та зниженій напрузі 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, в свою чергу, може призвести до підвищення рівня травматизму на робочих місцях. Для зменшення негативної дії цих явищ на працюючих, необхідно або вмикати сусідні газорозрядні лампи у різні фази електромережі, що значно зменшить коефіцієнт пульсації їх 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 10000 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 металогалогенові. Галогенні лампи мають строк служби (2000-5000 год) і світловіддачу (20-75 лм/Вт).

*Джерело світла (лампи) разом з освітлюваною арматурою складає світильник.* Він забезпечує кріплення лампи, подачу до неї електричної енергії,

запобігання забрудненню, механічному пошкодженню, а також необхідний ступінь щодо електробезпеки та вибухової і пожежної безпеки. **Здатність світильника захищати очі працюючого від надмірної яскравості джерела світла характеризується захисним кутом** (це кут між горизонталлю та лінією, яка з'єднує нижню точку джерела світла та нижній край відбиваючої непрозорої поверхні світильника).

**При проектуванні 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. Проект, 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 оцінці 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 працюючого; 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 даного 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 їх 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  $L:h$  прийнято від 0,9 до 2,0).

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

В приладах з газорозрядними лампами необхідно слідкувати за належним станом схем вмикання та пускорегулюючих апаратів, про несправність яких

свідчить значний шум дроселів та блимання і мигтіння світла. Діючими нормами передбачаються відповідні терміни чищення світильників та віконного скла, в залежності від рівня пилу та газів в повітряному середовищі. Так, для віконного скла – від двох до чотирьох разів на рік; для світильників – від чотирьох до дванадцяти раз на рік. Також повинна проводитися своєчасна заміна 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.2.5-28-2006.

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

## 8.6 Методи розрахунку систем освітлення

*При розрахунках природного освітлення у виробничих приміщеннях враховуються як вимоги нормативних документів, так і конструктивні особливості цих приміщень: площа та орієнтація світлових отворів, конструкція вікон, чистота скла, геометричні параметри приміщень та відбиваючі 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  $KPO_H$ .* При боковому освітленні розрахунок проводиться за формулою:

$$100(S_B / S_{II}) = (KPO_H \cdot k_3 \cdot h_B \cdot k_{БВД}) / (t_{ЗАГ} \cdot r),$$

де  $S_B, S_{II}$  – площі вікон та підлоги у приміщенні;

$KPO_H$  – 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),  $h_B = 6,5 - 66,0$ ;

$k_{БВД}$  – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які розташовані напроти (залежить від відношення відстані між будівлями до висоти карнизу протилежного будинку над підвіконником),  $k_{БВД} = 1,0 - 1,7$ ;

$t_{ЗАГ}$  – загальний коефіцієнт світлопропускання,  $t_{ЗАГ} = t_1 t_2 t_3 t_4 t_5$ , 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 (при боковому освітленні  $t_3 = 1,0$ );



$t_4$  – 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 при боковому освітленні 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 проектній 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:

$$F = EkSz / (N\eta\gamma),$$

де  $E$  – нормована мінімальна освітленість, лк;

$k$  – коефіцієнт запасу (приймають за ДБН В.2.5-28-2006 в межах від 1,2 до 2,0 в залежності від вмісту пилу в повітрі, типу джерела світла і регламентованих строків очищення світильників – 2-18 раз на рік);

$S$  – площа, що освітлюється, м<sup>2</sup>;

$Z = E_{CP} / E_{MIN}$  – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення ( $E_{CP}, E_{MIN}$  – середня та мінімальна освітленість), приймають таким, що дорівнює: 1,0 при 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;

$\eta$  – 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:

$$i = AB / (h(A+B)),$$

де  $A$  і  $B$  - розміри приміщення згідно плану, м;

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

$\gamma$  – коефіцієнт затінення (може вводиться для приміщень з фіксованим розташуванням працівників і приймається таким, що дорівнює 0,8).

Обчислений розрахунковий потік світла лампи (або світильника з кількома лампами) порівнюють із стандартним (за ГОСТ на джерела світла) і приймають 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, у відношенні до площі його підлоги. Цей метод застосовують тільки для приблизних розрахунків. Він дає змогу визначити потужність кожної лампи  $P$  (Вт) для створення нормованого освітлення:

$$P = \omega S / N,$$

де  $\omega$  – питома потужність лампи, Вт/м<sup>2</sup>;

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$N$  – 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 локалізованого 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 слід віднести важкість урахування відбитих складових потоку світла.

Розрахункове рівняння точкового методу має вигляд:

$$E_A = I_A \cos \alpha / r^2,$$

де  $E_A$  – освітленість горизонтальної площини у даній точці  $A$ , лк;

$I_A$  – сила світла в напрямі точки  $A$ , кд (значення сили світла знаходять за кривими світлорозподілу даного освітлювального приладу);

$\alpha$  – кут між нормаллю до робочої площини і напрямом вектора сили світла в точку  $A$ ;

$r$  – відстань від світильника до розрахункової точки  $A$ , м.

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

$$E_A = (I_A \cos^3 \alpha) / (kh^2),$$

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

При розрахунках освітлення, що утворюється кількома світильниками, підраховують освітленість в даній точці від кожного з цих приладів та сумують ці результати.

**Різновидом точкового методу розрахунку є метод ізолюкс** (ізолюкса – це крива, що являє собою геометричне місце точок у даній площині з однаковими рівнями освітленості). У цьому випадку точковим методом розраховують освітленість у горизонтальній площині від одного світильника чи компактної їх групи. Отримують сімейство ізолюкс, виконаних в масштабі, у якому накреслений план тієї чи іншої території, що підлягає освітленню. Накладають їх на план даної території таким чином, щоб вони заповнили всю територію. Цей прийом дає змогу графічно розрахувати не тільки освітлення, а й координати місць встановлення опор світильників.

## Лекція 9. Віброакустичні коливання у виробничому середовищі

### 9.1 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 певної швидкістю в газоподібній, рідкій або твердій фазі. Звукові хвилі виникають при порушенні 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 їх частин, нестационарні явища в газоподібних або рідких середовищах і т. ін.

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 при наявності звуку та середнім тиском в цьому середовищі за відсутності звуку. Поширення звукового поля супроводжується переносом енергії, яка може бути визначена **інтенсивністю звуку**  $J$  (Вт/м<sup>2</sup>), тобто відношенням енергії звукової хвилі, що переноситься через площадку, перпендикулярну напрямку розповсюдження хвилі, до площі цієї площадки. У вільному звуковому полі інтенсивність звуку та звуковий тиск зв'язані між собою співвідношенням

$$J = p \cdot V = p^2 / (\rho \cdot C),$$

де  $J$  – інтенсивність звуку, Вт/м<sup>2</sup>;

$p$  – звуковий тиск, Па;

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

$\rho$  – густина середовища, кг/м<sup>3</sup>;

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

За частотою звукові коливання поділяються 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 при нормальних атмосферних умовах  $C \sim 344$  м/с; швидкість звукової хвилі в воді  $\sim 1500$  м/с, у металах  $\sim 3000-6000$  м/с.

Людина сприймає звуки, які чує (в подальшому просто звук), в широкому діапазоні звукового тиску та інтенсивності (від нижнього порога чутності до верхнього – больового порога), при цьому звуки різних частот сприймаються неоднаково (рис. 9.1). Найбільша чутність звуку людиною має місце у діапазоні 800- 4000 Гц. Найменша – в діапазоні 20-100 Гц.

Як видно з залежності, що наведена на рис. 9.1 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 виражаються у децибелах (дБ) і по абсолютному значенню дорівнюють один одному ( $L_i = L_p$ ).

Таким чином, рівень інтенсивності та рівень тиску звука визначаються за наступними формулами:

$$L_i = 10 \lg J / J_0, \text{ дБ};$$

$$L_p = 20 \lg P / P_0, \text{ дБ};$$

де  $J_0$ , - значення інтенсивності звука на нижньому порозі його чутності людиною на частоті 1000 Гц,  $J_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>;

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

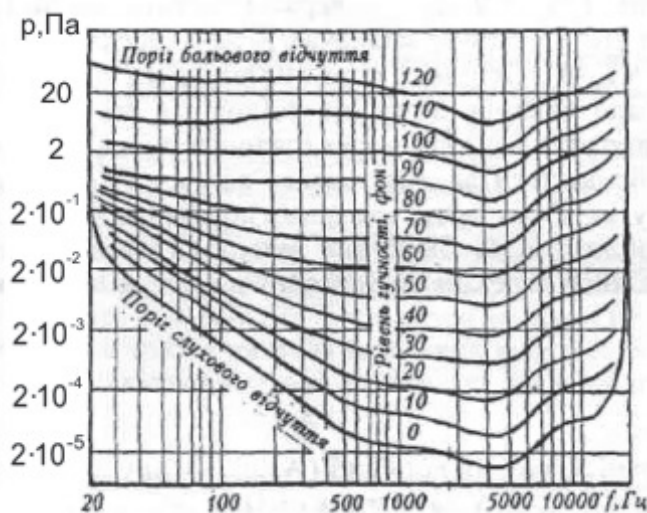


Рис.9.1- Залежність рівня звукового тиску, що однаково сприймається людиною, від частоти звуку (криві рівної гучності)

На верхньому порозі больового відчуття на частоті 1000 Гц значення інтенсивності дорівнює  $J_{II} = 10^2$  Вт/м<sup>2</sup>, а звукового тиску  $p_{II} = 2 \cdot 10^2$  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). Корекція здійснюється за допомогою поправок, які додаються 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 цієї ж смуги. Центральну частоту смуги визначають за її середньо геометричним

значенням  $f_{CPГ} = \sqrt{f_B \cdot f_H}$ . Стандартні значення корекції в цих частотних смугах наведені у таблиці 9.1.

Значення загального рівня шуму з урахуванням вказаної корекції по частотним смугам називають **рівнем звука (дБА)**.

Таблиця 9.1 - Стандартні значення корекції (А) рівнів звукового тиску в 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 звука) у вище згаданих октавних смугах частот із середньо геометричними значеннями частот від 31,5 Гц до 8000 Гц.

За характером спектра розрізняють шуми: *широкопasmові* – з безперервним спектром шуму шириною більше октави; *дискретні (тональні)* – коли в спектрі шуму є ярко 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, в свою чергу, поділяються на шуми з коливаннями у часі, переривчасті та імпульсні. Шуми з коливаннями у часі – це шуми, рівень звуку яких безперервно змінюється у часі. При переривчастому шумі рівень звуку може різко змінюватися (на 5 дБА та більше), а довжина інтервалів, коли рівень залишається постійним досягає 1 с та більше. До імпульсних відносять шуми, які представляють собою один або кілька звукових сигналів тривалістю менше 1 с кожний.*

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

*Рівень звукової потужності (дБ) джерела визначають за формулою:*

$$L_w = 10 \lg W / W_0,$$

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:

$$J_{cp} = W / (4 \cdot \pi \cdot r^2),$$

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 в сферу, а в обмежений простір, то вводиться таке поняття, як кут випромінювання  $\Omega$ , який вимірюється в стерadiansах. У цьому випадку:

$$J_{cp} = W / (\Omega \cdot r^2)$$

Якщо джерело шуму представляє собою 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 даному напрямі, до середньої інтенсивності

$$\Phi = J / J_{cp}$$

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

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

## 9.2 Дія шуму на людину

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

**Шум один з основних шкідливих факторів в умовах сучасного виробництва.** Збільшення потужності устаткування, насиченість виробництва високошвидкісними механізмами, різке збільшення транспортного потоку приводить 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, приводячи до значних змін у функціональному стані всього організму. Причому вплив шуму на нервову систему виявляється навіть при невеликих рівнях 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 працюючих в умовах тривалого шумового впливу можуть мати



місце зниження пам'яті, запаморочення, підвищена стомлюваність, дратівливість і т. ін.

*До об'єктивних симптомів шумової хвороби відносяться:* зниження слухової чутливості, зміна функцій травлення, що виражається в порушенні кислотно-лужного балансу у шлунку, серцево-судинна недостатність, нейроендокринний розлад. Також відмічаються порушення в роботі зорового та вестибулярного апарату. Встановлено, що загальна захворюваність у робочих гучних виробництв, як правило, вище на 10-15%.

Порушення в роботі ряду органів і систем організму людини можуть викликати негативні зміни в емоційному стані людини, що також впливає на якість та безпеку його праці. Крім того, шум заважає відпочинку людини, знижує його працездатність, особливо при розумовій 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.*

### 9.3 Нормування, контроль та вимірювання шуму

Санітарно-гігієнічне нормування, контроль та вимірювання шумів здійснюється у відповідності 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 приводить до необхідності обмежувати його рівні. Санітарно-гігієнічне нормування та вимірювання шумів здійснюється 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 орієнтовної гігієнічної оцінки, контролю та вимірювання як постійного, так і непостійного шуму, наприклад, зовнішнього шуму транспортних засобів, міського шуму і т.ін.*

*Так, для орієнтовної оцінки постійного широкополосного шуму на робочих місцях допускається застосовувати рівень звуку в (дБА), який вимірюється на часовій характеристиці «повільно» шумоміра та знаходиться за формулою  $L_A = 20 \lg P_A / P_0$ , дБ, де:  $P_A$  – середньоквадратичний звуковий тиск з урахуванням корекції „А” шумоміра, Па. У цьому випадку вимірюють*

коректований за частотами у відповідності з чутливістю органів слуху людини, загальний рівень звукового тиску у всьому діапазоні частот, що відповідає перерахованим вище октавним смугам. Виміряний 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:

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

де  $L_{Aекв}$  - 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 ( $\Delta BA_{екв}$ ), тобто рівнем звуку постійного широкосмугового шуму, що має такий самий вплив на людину, як і даний непостійний шум.

Еквівалентний рівень звуку ( $\Delta BA_{екв}$ ) для непостійного переривчастого шуму знаходиться за спрощеною формулою:

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

де  $L_{екв}$  - 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 вимог 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 проводиться на постійних робочих місцях у приміщеннях, на території підприємств, на промислових спорудах та машинах

(в кабінах, на пультах управління і т. п.). Результати вимірювань на робочих місцях повинні характеризувати шумовий вплив на працюючих за період робочої зміни (робочого дня) та оформлятися 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 даному виробничому приміщенні одиниць технологічного обладнання при найбільш характерному режимі його роботи. Також при цьому повинні працювати вентиляційні установки та інше постійно працююче у даному приміщенні обладнання, яке є джерелом шуму.*

При проведенні вимірювань мікрофон слід розташовувати на висоті 1,5 м над рівнем підлоги чи робочого майданчика (якщо робота виконується стоячи) чи на висоті, яка відповідає відстані 15 см від вуха людини, на яку діє шум (якщо робота виконується 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 десятихвилиних 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 відносять 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 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 kleпання зварюванням, кування – штампуванням, літерного методу друку – лазерним, тощо). При конструюванні механічного обладнання, в першу чергу, слід намагатися зменшити рівень

коливань конструкції або її елементів.

Для зниження **шуму механічного походження** в 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 і т. ін. 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 вібродемпфуючих матеріалів (мастики);
- здійснюванням віброізоляції машин від фундаменту;
- використанням гнучких сполучень;
- використанням зубчатих передач із спеціальним профілем або їх заміною на мало шумні передачі (клиноремінну, гідравлічну).

**Джерелами аеродинамічного шуму** можуть бути нестационарні явища при 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 тіл що обтікаються;
- дробленням струменів за допомогою насадок;
- використанням ежекторів, що зніжують випромінювання шуму на межі струмінь – 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 їх частин, які збуджуються перемінними магнітними та електричними полями. До методів боротьби з цим шумом відносять застосування феромагнітних матеріалів з малою магнітострикцією, зменшення щільності магнітних потоків у електричних машинах за рахунок належного вибору їх 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 застосовуються 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 випадку виникають звуки, які розповсюджуються по повітрю (повітряний шум). У третьому випадку енергія виникає і розповсюджується при пружних коливаннях 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 при проходженні його через цю конструкцію:

$$R = 10 \lg(J_{\text{пад}} / J_{\text{пр}}),$$

де  $R$  – фізичне значення звукоізоляції конструкції, дБ;

$J_{\text{пад}}$  – інтенсивність звукової хвилі, яка падає на конструкцію, дБ;

$J_{\text{пр}}$  – 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/м<sup>2</sup>;

$f$  - частота, Гц.

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

Підвищення звукоізоляції огороження при збереженні 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 вібродемпфуючого шару, що дає змогу зменшити вплив резонансних коливань у конструкції.

Зниження передачі звуку через перегородки здійснюють 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 непрямой передачі звуку (вибір відповідних будівельних конструкцій, встановленням пружних елементів та елементів, що поглинають вібрації на шляху передачі звуку, раціональним розташуванням конструкцій з малою та великою масою, шарнірною закладкою конструкцій замість жорсткої там, де це допустимо, тощо).

Щоб захистити від шуму обслуговуючий персонал 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, дверми з щільними притворами 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 в місцях проходу комунікацій.

*Найбільш простим та дешевим засобом зниження шуму в виробничих приміщеннях є використання звукоізолюючих 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, функціонуючі 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.

*Звукоізолююча 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 якості звукоізолюючих матеріалів, які застосовують у конструкціях перекриттів для зниження передачі структурного (ударного) звуку переважно в житлових та громадських будівлях, використовують мати та плити зі скляного волокна, м'які плити з деревних стружок, картон, гуму, 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. В шпаринах таких матеріалів енергія звукових хвиль переходить у теплову енергію. Звукопоглинальні матеріали застосовують у вигляді облицьовання внутрішніх поверхонь приміщень, або ж у вигляді самостійних конструкцій – штучних поглиначів, які, як правило, підвішують до стелі (рис. 9.3). У якості штучних поглиначів використовують також драпірування, м'які крісла і т. п.

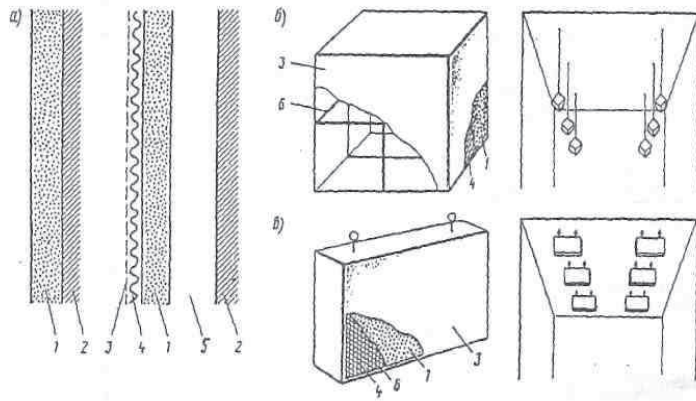


Рис. 9.2 - Звукопоглинальні конструкції:

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  $\alpha$ , який дорівнює відношенню інтенсивності поглинутого звуку до інтенсивності звуку, що падає на поверхню цього облицювання

$$\alpha = J_{\text{погл}} / J_{\text{пад}}$$

Звукопоглинанням поверхні огороження  $A$  на даній частоті називають добуток площини огороження  $S$  на її коефіцієнт звукопоглинання  $\alpha$ :

$$A = \alpha S$$

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

$$B = A_{\text{ПРИМ}} / (1 - \alpha),$$

де:  $\alpha$  - середній коефіцієнт звукопоглинання, який складає

$$\alpha = A_{\text{ПРИМ}} / \sum_1^n S_i,$$

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

$$\Delta L_{\text{обл}} = 10 \lg(B_2 / B_1),$$

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 доля прямого та відбитого звуку майже дорівнюють один одному (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 поглинаючими матеріалами (трубчаті, пластинчаті, екранні) використовують в компресорних та вентиляційних установках. На високих частотах їх ефективність може досягати 10 - 25 дБ. Глушники без звукопоглинального матеріалу (з розширюючими камерами, резонансні) використовують переважно в поршневих машинах, пневматичних та ротаційних двигунах і двигунах внутрішнього згорання. Ці конструкції настроюються 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 вкладишні ЗІЗ у вигляді тампонів, які встромляються у слуховий канал, та протишумові навушники, які закривають вушну раковину зовні, а також шлеми та каски. Наприклад, для зниження середньочастотних та високочастотних шумів найбільш доцільно використовувати навушники типу ПШН-Б та ВЦННІОТ-2М, або вкладишні ЗІЗ типу «Беруши СТ-1» або типу «Грибок».*

#### 9.4 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 і т. ін.

*Згідно ДСН 3.3.6.037-99 ультразвуковий частотний діапазон поділяється 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, при безпосередньому контакті з обладнанням що генерує ультразвук, а також через повітря. При дотриманні заходів безпеки робота з ультразвуком на стані здоров'я не позначається. Допустимі рівні звукового тиску ультразвуку нормовані ДСН 3.3.6.037-99 (табл. 9.2) і складають при восьмигодинному робочому дні:

Таблиця 9.2 - Допустимі рівні тиску ультразвуку

Середньгеометрична 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: звукоізолюючі 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 включають 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 при захисті від ультразвуку, який поширюється повітряним шляхом.

Вимоги щодо безпеки праці при використанні ультразвукового обладнання регламентуються ГОСТ 12.2.051-80 „ССБТ. Оборудование технологическое ультразвуковое. Требования безопасности”.

Інфразвук є одним із найбільш несприятливих факторів виробничого середовища. Він характеризується високою проникаючою та біологічною здатністю. При рівнях звукового тиску більше 110-120 дБ має місце 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 згорання, великих вентиляторів, руху локомотивів та автомобілів. Допустимі рівні тиску інфразвуку в октавних смугах наведені у таблиці 9.3.

Таблиця 9.3 - Допустимі рівні тиску інфразвуку в октавних смугах частот

Допустимі рівні звукового тиску у дБ в октавних смугах з середньо геометричними значеннями частот, Гц				Загальний рівень звукового тиску, дБ
2	4	8	16	
105	105	105	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. Неefективні 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 і т. ін.

### 9.5 Вібрація, її характеристики і види

*Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем, які проявляються у їх переміщенні в просторі або в змінні їх форми. Джерелами вібрації на виробництві можуть бути різноманітні технологічні процеси, верстати, допоміжні механізми, електродвигуни, вентилятори, вібростенди, трансформатори, насоси, компреси і т. ін. 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 при динамічній неврівноваженості 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/с<sup>2</sup>.

Дія вібрації визначається інтенсивністю коливань, їх спектральним складом, тривалістю впливу та напрямком дії. Показниками інтенсивності є середньоквадратичні або амплітудні значення віброприскорення ( $a$ ), віброшвидкості ( $v$ ), віброзміщення ( $x$ ). 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<sup>-1</sup>.

Для оцінки рівнів вібрації використовується логарифмічна шкала децибел.

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

$$L_v = 20 \text{Lg}(v/v_0),$$

де  $v$  – середньоквадратичне значення віброшвидкості, м/с;

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

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

$$L_a = 20 \text{Lg}(a/a_0),$$

де  $a$  – середнє квадратичне значення віброприскорення, м/с<sup>2</sup>;

$a_0$  – опорне значення віброприскорення, що дорівнює  $3 \times 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>.

За способом передачі на тіло людини розрізняють *загальну та локальну* (місцеву) вібрацію. 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, при керуванні засобами транспорту та машинами, при будівельних та монтажних роботах.

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 при їх будівництві).

*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 відносять, наприклад, трактори сільськогосподарські та промислові, самохідні сільськогосподарські машини; автомобілі вантажні (в тому числі тягачі, скрепери, грейдери, котки 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 відносяться, наприклад, верстати та метало-деревообробне, 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.*

## 9.6 Методи гігієнічної оцінки виробничої вібрації

Гігієнічна оцінка 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.

При дії постійної локальної та загальної вібрації параметром, що нормується, є середньоквадратичне значення віброшвидкості ( $v_{сер\ кв}$ ) та віброприскорення ( $a$ ) або їх логарифмічні рівні  $L_v$ ,  $L_a$  у дБ в 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.

При дії імпульсної вібрації з піковим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ, параметром, що нормується, є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину), в залежності 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). При впливі вібрації, яка перевищує встановлені нормативи, тривалість її дії на людину протягом робочої зміни зменшують.

### 9.7 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 їх 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 сидячи) 25...30 Гц.

При впливі 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. Відзначаються, 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 т.ін.

За напрямком дії загальну та локальну вібрації характеризують з урахуванням осей ортогональної системи координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  (рис. 9.3).

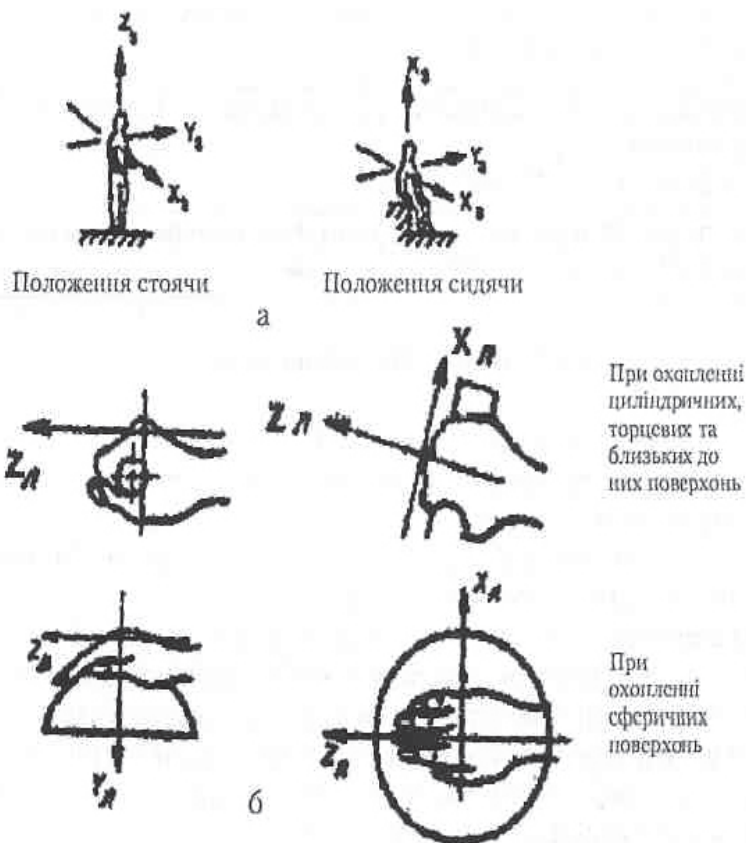


Рис.9.3 - Напрями координатних осей при дії загальної (а) та локальної (б) вібрації

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

## 9.8 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 діляться на дві основні групи:

1. Зменшення інтенсивності збуджуючих сил у джерелі їх виникнення.

2. Методи послаблення вібрації на шляху її розповсюдження, а це:

- *віброізоляція* – зменшення передачі 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 пружньо в'язких матеріалів);

- *засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)* – для захисту рук використовуються рукавиці, вкладиші, прокладки; для захисту ніг використовують спеціальне взуття, підметки, наколінники; для захисту тіла – нагрудники, пояси, спеціальні костюми.

До організаційних заходів відносять:

- *організаційно-технічні* (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації, дистанційне керування вібронебезпечним обладнанням);

- *організаційно-режимні* (забезпечення відповідного режиму праці та відпочинку, заборону залучення до вібраційних робіт осіб молодших 18 років, тощо);

До лікувально-профілактичних заходів відносять:

- *періодичні медичні огляди*;

- лікувальні процедури (фізіологічні процедури, вітаміно- та фітотерапія).

Окрім цього, з метою профілактики вібраційних захворювань для працівників рекомендується 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 в 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 має місце коливання системи з одним ступенем свободи при гармонійному законі діючої сили. Таке рівняння має наступний вид:

$$m(dv/dt) + \mu(dx/dt) + qx = F\sin(\omega t),$$

де:  $m$  – маса системи, кг;

$q$  – жорсткість пружини, Н/м;

$x$  – коливальне зміщення пружини, м;

$\mu$  – коефіцієнт тертя, Нс/м;

$F_m$  – діюча сила, Н;

$\omega$  – кругова частота діючої сили, рад/с;

$dv/dt$  – поточне значення прискорення коливань, м/с<sup>2</sup>;



$dx/dt$  – поточне значення швидкості коливань, м/с.

Розв'язання цього рівняння відносно амплітуди швидкості ( $v_m$ ) коливання дає:

$$v_m = \frac{F_m}{\sqrt{\mu^2 + (m\omega - q/\omega)^2}}$$

де:  $v$  – амплітудне значення віброшвидкості, м/с.

Амплітуда коливання системи різко збільшується, коли у рівнянні 2.47 виконується умова резонансу  $m\omega = q/\omega$  або  $\omega_0 = \sqrt[3]{q/m}$ . При цьому резонансна частота визначається як:  $\omega_0 = \sqrt{q/m}$ .

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 і т. ін.);

- 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 збуджуючої сили ( $\omega$ );

- вібродемпфування – збільшення механічних втрат ( $\mu$ ) при коливаннях поблизу режимів резонансу, наприклад, за рахунок використання у конструкціях матеріалів з великим внутрішнім тертям: пластмас, сплавів марганцю та міді, нанесення на віброуючі 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 віброуючому об'єкті, додаткової коливальної системи, яка рухається в «протифазі» з коливаннями самого об'єкту.

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 збуджуючою силою використовують віброізолюючі опори у вигляді пружин, пружних прокладок, наприклад гума, та їх комбінації (рис.9.4).

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 при бокових вібраціях. 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.

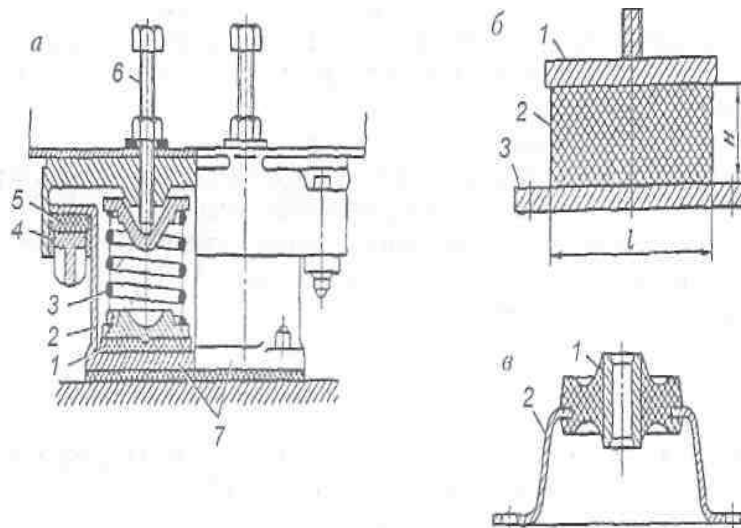


Рис. 9.4 - Конструкції віброізоляторів для механічного устаткування

Досить простим за конструкцією є віброізолятор (рис. 9.4,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 виходячи з допустимого навантаження на один віброізолятор. При значному збільшенні 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. 9.4,в, зображено чашковий віброізолятор, який складається із 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 їх конструкції та невисока вартість, а недоліками – швидке старіння гуми, можливість її руйнування нафтопродуктами, низька ефективність при захисті 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 передачі динамічних сил на об'єкт, що захищається, тільки за умови  $(f_3/f_0) > \sqrt{2}$ .*

*Коефіцієнт передачі (КП), який вказує на співвідношення сили діючої на об'єкт у разі існування гнучкого зв'язку (віброізолятора) і без нього, при гармонійних коливаннях визначається за формулою:*

$$КП = 1 / [(f_3/f_0)^2 - 1]$$

*Оптимальні умови для віброізоляції досягаються при  $КП=1/8...1/15$ .*

Віброізоляцію людини можна забезпечити, наприклад, за допомогою віброзахисних крісел, віброізоляційних кабін та платформ (рис. 9.5).

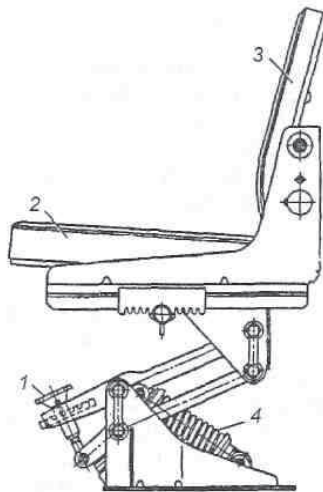


Рис. 9.5 - Віброзахисне крісло машиніста

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, що встановлюються між кабіною та рамою, а також між органами 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 якості таких засобів використовують віброізолюючі рукавиці і віброізолююче 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) їх ефективність зменшується за рахунок хвильових властивостей тканин людського тіла. Засоби індивідуального захисту від шкідливого впливу загальної та локальної вібрації (взуття, рукавиці і т. ін.) повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.4.024-76 «ССБТ. Обувь специальная виброзащитная» та ГОСТ 12.4.002-74 «ССБТ Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования». Для зниження впливу локальної вібрації, що діє під час роботи з перфораторами та відбійними молотками використовують спеціальні пристрої до органів керування. Це можуть бути пристрої з елементами пружності, які згинаються,

стискаються або скручуються, або пристрої з телескопічними або шарнірними елементами.

## Лекція 10. Випромінювання

### 10.1 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, радари, вимірювальні і контролюючі пристрої, дослідницькі установки, високочастотні прилади і пристрої в медицині й у побуті.

Джерелом електростатичного поля й електромагнітних випромінювань у широкому діапазоні частот є персональні електронно-обчислювальні машини (ПЕОМ і відеодисплейні термінали (ВДТ) на електронно-променевих трубках, які використовуються як у промисловості та наукових дослідженнях, так і в побуті. Небезпеку для користувачів представляє електромагнітне випромінювання монітора 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.

В даний час визнаються джерелами ризику в зв'язку з останніми даними про вплив електромагнітних полів промислової частоти: електроплити, електрогрилі, праски, холодильники (при працюючому компресорі). 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 по електричній, так і по магнітній складовій. У зоні випромінювання (хвильовій зоні) більш важливим параметром є інтенсивність, що у загальному вигляді може бути виражена як Вт/м<sup>2</sup>:

$$I = P_{ne}/4\pi r^2,$$

де  $I$  – інтенсивність електромагнітного випромінювання, Вт/м<sup>2</sup>;

$P_{ne}$  – 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 їх змін та пошкоджень. Теплова дія характеризується загальним підвищенням температури тіла або локалізованим нагріванням тканин. Нагрівання особливо небезпечно 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.

## 10.2 Нормування і захист від електромагнітних випромінювань (ЕМВ)

Нормування ЕМВ радіочастотного діапазону та електромагнітних полів промислової частоти (50 Гц) здійснюється згідно ГОСТ 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к контролю», ДСН 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» і ДСанПіН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів».

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/м<sup>2</sup>.

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: при напруженості 5 В/м – 8 год; при напруженості 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 складають 50 А/м.

Санітарними нормативами також встановлюються захисні зони поблизу ліній електропередачі в залежності від їх 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, при організації нових робочих місць та внесенні змін у засоби захисту від дії ЕМВ. Для вимірювання інтенсивності ЕМВ застосовуються 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 якості ЗІЗ застосовують халат, комбінезон, захисні окуляри. У якості матеріалу для халата чи комбінезона, застосовується спеціальна тканина, 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.

### 10.3 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, приходиться на частку тепловипромінювання. У результаті поглинання випромінюваної енергії підвищується температура тіла людини, конструкцій приміщень, устаткування, що в значній мірі впливає на метеорологічні параметри (приводить до підвищення температури повітря в приміщенні).

Джерела ІЧ випромінювання поділяються 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  $t_0 > 36-37^{\circ}\text{C}$ .

*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 привести до патологічних змін в очах: помутніння рогівки і кришталика, кон'юнктивіту, опіку 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 санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99, ГОСТ 12.1.005-88 і ГОСТ 12.4.123-83.*

*Нормування ІЧ випромінювання здійснюється у трьох характерних областях А, В, та С (діапазон 760нм – 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 діючим санітарним нормам допустима щільність потоку ІЧ випромінювань у виробничих приміщеннях **не повинна перевищувати 350 Вт/м<sup>2</sup>**.

Гранично допустимі рівні (ГДР, Вт/м<sup>2</sup>) інфрачервоного випромінювання у цих діапазонах наведені в таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 - Гранично допустимі рівні (ГДР) ІЧ випромінювання

Характерна область ІЧ випромінювання	Довжина хвилі, нм	ГДР ІЧ випромінювання Вт/м <sup>2</sup>
А	760-1500	100
В	1500-3000	120
С	3000-4500	150
С	>4500	120

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів та інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати: 35 Вт/м<sup>2</sup> – при опроміненні 50 та більше % поверхні тіла; 70 Вт/м<sup>2</sup> – при величині поверхні тіла, що опромінюється, від 25 до 50%; 100 Вт/м<sup>2</sup> – при опроміненні не більше 25% поверхні тіла працюючого.

#### 10.4 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 діючих СН температура нагрітих поверхонь устаткування та огорожень не повинна перевищувати 45°C.

Для зниження температур робочих поверхонь конструкцій та устаткування застосовують внутрішню теплоізоляцію – *футеровку*.

*В залежності від принципу дії теплозахисні засоби поділяються на:*

- *теповідбивні* – металеві листи (сталь, алюміній, цинк, поліровані або покриті білою фарбою, і т. ін.), які можуть бути одинарні або подвійні; загартоване скло з плівковим покриттям; металізовані тканини; склотканини; плівковий матеріал та ін.;

- *теповбираючі* – 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 з загартованим силікатним склом); та ін.;

- *тепловідвідні* – екрани водоохолоджувальні (з металевого листа або коробів з проточною водою), водяні завіси, тощо;

- *комбіновані*.

В залежності від особливостей технологічних процесів застосовують прозорі та напівпрозорі екрани.

У разі неможливості забезпечити технічними засобами допустимі гігієнічні нормативи опромінення на робочих місцях використовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) – спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук.

В залежності від призначення передбачаються наступні 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 – тепловідбиваючий комплект з металізованої тканини;

- для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор та бризок розплавленого металу та контакту з нагрітими поверхнями – взуття шкіряне спеціальне для працюючих 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 обумовлюється інтенсивністю та спектральним складом випромінювання, а також умовами технологічного процесу.

## 10.5 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. Має місце 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 СН 4557-88 (ДНАОП 0.03-3.17-88).

Допустимі значення рівнів ультрафіолетового випромінювання у цих діапазонах наведені в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2 - Допустимі значення рівнів УФ випромінювання

Діпазон ультрафіолетового випромінювання, нм	Допустимі значення ГДР УФ випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>
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 якості ЗІЗ використовують спецодяг (куртки, брюки, рукавички, фартухи) із спеціальних тканин, що не пропускають УФ випромінювання (льняні, бавовняні, 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.

## 10.6 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 величин за рахунок сумарної енергії безлічі когерентних променів від окремих атомів, що приходять в обрану точку простору з однаковою фазою.

В даний час лазерна техніка знаходить дуже широке застосування. Зараз нараховується більше 200 галузей застосування лазерного устаткування. Вони використовуються в дальнометрії, системах передачі інформації, телебаченні, спектроскопії, в електронній та обчислювальній техніці, для забезпечення термоядерних процесів, біології, медицині, у металообробці, металургії, під час обробки 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  $10^{11}$ – $10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>). 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 впливають на весь організм – шкіру, внутрішні органи, але особливо небезпечно для зору. Результат впливу ЛВ визначається як фізіологічними властивостями окремих тканин (відбиваючою і поглинаючою 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 даного випромінювання.* ЛВ впливає на шкіру, внутрішні органи і особливо небезпечно для органів зору. Результат впливу ЛВ визначається як фізіологічними властивостями окремих тканин (відбиваючою і поглинаючою здатністю, теплоємністю, акустичними та механічними властивостями), так і характеристиками ЛВ (енергія в імпульсі, щільність потужності, довжина хвилі, тривалість дії, площа опромінювання).

При 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 при довжині хвилі  $\lambda_{\max} = 0,5 - 0,55$  мкм, тобто в діапазоні випромінювань найбільш розповсюджених ОКГ. Специфікою печінки та селезінки є те, що вони мають максимальне поглинання при  $\lambda = 0,48$  та  $0,51$  мкм – це характерні частоти аргонових оптично-когерентних генераторів (ОКГ) (синьо-зелене забарвлення). Для ОКГ із  $\lambda = 0,48$ - $10,6$  мкм гранична щільність лазерної енергії для біологічної тканини дорівнює  $50$  Дж/см<sup>2</sup>.



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. Ступень 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. Різка 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 і т. ін.

*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 кришталик ока діє, як додаткова фокусуюча лінза, що підвищує концентрацію енергії на сітківці ока. Все це значно, у 5-10 разів, знижує максимально припустимий рівень опромінювання для зіниці ока.

*Нормування лазерного випромінювання.* Нормування лазерного випромінювання здійснюється згідно санітарних норм і правила СНиП 5804-91 та ГОСТ 12.01.040-83 «ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения». За нормативами для проектування лазерної техніки має бути діючим принцип відсутності впливу на людину прямого, дзеркального та дифузного випромінювання.

При визначенні класу безпеки 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 безпеки є енергія  $W$  (Дж) і потужність  $P$  (Вт) випромінювання, що пройшли обмежуючу 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 обмежуючій апертурі:*

$$H = W/S_a; E = P/S_a,$$

де  $S_a$  — площа обмежуючої апертури.

Згідно нормативам лазерне устаткування за ступенем безпеки розділяється 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 колімірованим (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 спектру і являють небезпеку як для очей (прямим і дзеркальним випромінюванням на відстані 10 см від відбиваючої поверхні), так і шкіри (тільки прямий пучок);

4 клас – найбільш потужні лазери, які небезпечні при дифузному випромінюванні для очей і шкіри на відстані 10 см від дифузної відбиваючої поверхні.

Гранично допустимі рівні лазерного випромінювання у діапазоні  $1400 < \lambda \leq 10^5$  нм наведені у таблиці 10.3 для випадку прямого чи розсіяного ЛВ.

Таблиця 10.3 - Гранично допустимі рівні у випадку однократного впливу на очі колімірованого (прямого) лазерного випромінювання

Довжина хвилі $\lambda$ , нм	Тривалість впливу $t$ , с	$W_{ГДР}$ , Дж
$380 < \lambda \leq 600$	$t \leq 2,3 \cdot 10^{-11}$	$\sqrt[3]{t^2}$
	$2,3 \cdot 10^{-11} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-8}$
	$5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$	$5,9 \cdot 10^{-5} \sqrt[3]{t^2}$
$600 < \lambda \leq 750$	$t \leq 6,5 \cdot 10^{-11}$	$\sqrt[3]{t^2}$
	$6,5 \cdot 10^{-11} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$
	$5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$	$1,2 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{t^2}$
$750 < \lambda \leq 1000$	$t \leq 2,5 \cdot 10^{-10}$	$\sqrt[3]{t^2}$
	$2,5 \cdot 10^{-10} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-7}$
	$5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$	$3 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{t^2}$
$1000 < \lambda \leq 1400$	$t \leq 10^{-9}$	$\sqrt[3]{t^2}$
	$10^{-9} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$	$10^{-6}$
	$5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$	$7,4 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{t^2}$

Примітки: 1. Тривалість впливу менше 1 с. 2. Діаметр обмежуючої апертури 7-10 м.

Таблиця 10.4 - Гранично допустимі рівні при однократному впливі на очі і шкіру прямого чи розсіяного лазерного випромінювання

Довжина хвилі $\lambda$ , нм	Тривалість опромінення $t$ , с	$H_{ГДР}$ , Дж·м <sup>-2</sup> ; $E_{ГДР}$ , Вт·м <sup>-2</sup>
$1400 < \lambda \leq 1800$	$10^{-10} < t \leq 1$	$H_{ГДР} = 2 \cdot 10^4 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$1 < t \leq 10^2$	$E_{ГДР} = 2 \cdot 10^4 / \sqrt[5]{t}$
	$t > 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$
$1800 < \lambda \leq 2500$	$10^{-10} < t \leq 3$	$H_{ГДР} = 7 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$3 < t \leq 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 / \sqrt[5]{t}$
	$t > 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$
$250 < \lambda \leq 10^5$	$10^{-10} < t \leq 10^{-1}$	$H_{ГДР} = 2,5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$10^{-1} < t \leq 1$	$H_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$1 < t \leq 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 / \sqrt[5]{t}$
	$t > 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$

\*Примітка. Діаметр обмежуючої апертури  $1,1 \cdot 10^{-3}$  м.

## 10.7 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 –  $\alpha$  (альфа),  $\beta$  (бета),  $n$  (нейтрони), фотони –  $\gamma$  (гама),  $R$  (рентгенівські) та ін., які мають різні енергетичні параметри і здатність іонізувати середовище.

$\alpha$  - **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.

$\beta$  - **випромінювання** – потік негативно заряджених часток (електронів) або позитивних (позитронів), що утворюються при розпаді ядер або нестійких часток. Питомий пробіг  $\beta$  - часток у повітрі складає приблизно 3,8 м/MeV. Іонізуюча здатність  $\beta$  - часток на два порядки нижче  $\alpha$  - часток.

**Нейтронне випромінювання** – є потік електронейтральних часток ядра, які летять прямолінійно, а зіткнувшись з ядром або електроном викликають у них різні види випромінювань.

$\gamma$  - **випромінювання** є короткохвильове електромагнітне випромінювання (фотонне випромінювання). Воно має місце при змінах енергетичного стану атомних ядер, а також при ядерних перетвореннях.

**Рентгенівське випромінювання** це також електромагнітне (фотонне) випромінювання, яке утворюється при змінах енергетичного стану електронних оболонок атома (зупинці або гальмуванні електронів великих швидкостей). Гамма та рентгенівські випромінювання мають невелику іонізуючу дію, але дуже велику проникаючу здатність.

## 10.8 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 у вигляді миттєвих уражень (соматичний ефект), через деякий час у вигляді різноманітних захворювань (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 цілий ланцюг 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 в значній мірі залежать від сумарної поглиненої дози випромінювання.

Ступінь ураження організму також в значній мірі залежить від розміру поверхні, що опромінюється. Зі зменшенням її поверхні зменшується і біологічний ефект. Так, у разі опромінення фотонами ділянки тіла площею  $6 \text{ см}^2$  при поглиненій дозі 4 Гр помітного ураження організму не спостерігається, а у разі опромінення такою ж дозою всього тіла має місце 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 попадають в організм через травний тракт внаслідок недотримання вимог безпеки.

*Небезпека від дії радіоактивних речовин, що попадають тим чи іншим шляхом в організм людини, тим більше, чим вище їх активність.* 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 стронція - 90  $T_{\text{нв}} = 1,8 \cdot 10^4$  діб).

Необхідно також враховувати той факт, що одні радіоактивні речовини, потрапляючи в організм, розподіляються в ньому більш-менш рівномірно, а інші концентруються в окремих внутрішніх органах. Так, у кісткових тканинах відкладаються джерела  $\alpha$ -випромінювання (радій-226, уран-238, плутоній-239) та  $\beta$ -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  $\beta$ -випромінювання, як натрій - 24 та цезій -137, а у щитовидній залозі відбувається накопичування  $\gamma$ -випромінюючого елемента йод - 131. Ефект накопичування радіоактивних елементів в окремих тканинах та органах людини обумовлює з часом розвиток в них патологічних змін, наприклад злоякісних пухлин.

## 10.9 Нормування іонізуючих випромінювань та захист від нього

Допустимі рівні ІВ регламентуються «Нормами радіаційної безпеки України НРБУ-97», 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 індустріальних 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 і т. ін. Для контролю за практичною діяльністю, а також 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 10.5).

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 в повітрі дози  $\gamma$ -випромінювання не повинна перевищувати  $30 \text{ мкР/рік}$ .

Таблиця 10.5 - Ліміти дози опромінювання ( $\text{мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$ ).

Ліміти доз опромінення	Категорія осіб, які зазнають опромінювання		
	А	Б	В
ЛД <sub>Е</sub> (ліміт ефективної дози)	20*	2	1
Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінювання:			
- ЛД <sub>lens</sub> (для кристалика ока)	150	15	15
- ЛД <sub>skin</sub> (для шкіри)	500	50	50
- ЛД <sub>extrim</sub> (для кистей та стіп)	500	50	-

\*В середньому за будь-які послідовні 5 років, але не більше 50 мЗв за окремий рік.

Захист від ІВ може здійснюватись шляхом:

- використання джерел з мінімальним випромінюванням шляхом 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 альфа-активними ізотопами, як правило, необхідно також одночасно захищати і від  $\beta$ -та  $\gamma$ - випромінювань.

З метою захисту від  $\beta$ -випромінювання використовуються матеріали з малою атомною масою, що зменшує рівень вторинного ІВ, яке має місце при гальмуванні  $\beta$ -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  $\beta$ -частинок, а за ним – з великою атомною масою (для поглинання вторинного ІВ).

З метою захисту від рентгенівського та  $\gamma$ -випромінювання застосовуються 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 і т. ін. Враховуючи

те, що нейтронні потоки супроводжуються  $\gamma$ -випромінюванням, слід використовувати комбінований захист у вигляді шаруватих екранів з важких та легких матеріалів (свинець-поліетилен і т. ін.).

Дієвим захисним засобом від ІВ є використання дистанційного керування, маніпуляторів, технічних комплексів з використанням роботів.

В залежності 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 (рис. 10.1), та комплекту спецодягу для застосування на об'єктах атомної енергетики – ТУ У 35661375.015-99 та ТУ У 35661375.014-99 (рис. 10.2) (обоє комплекти вітчизняного виробництва).

Особливі вимоги пред'являються до приміщень, в яких ведуться роботи з джерелами ІВ. Ці приміщення необхідно розташовувати в окремих будівлях або в тих їх частинах, які мають окремий вхід з санітарними шлюзами. Біля входу обов'язково повинні бути встановлені знаки радіаційної небезпеки і вказані класи робіт, що здійснюються в цих приміщеннях. Вхід у такі приміщення повинен бути суворо заборонений для сторонніх осіб.

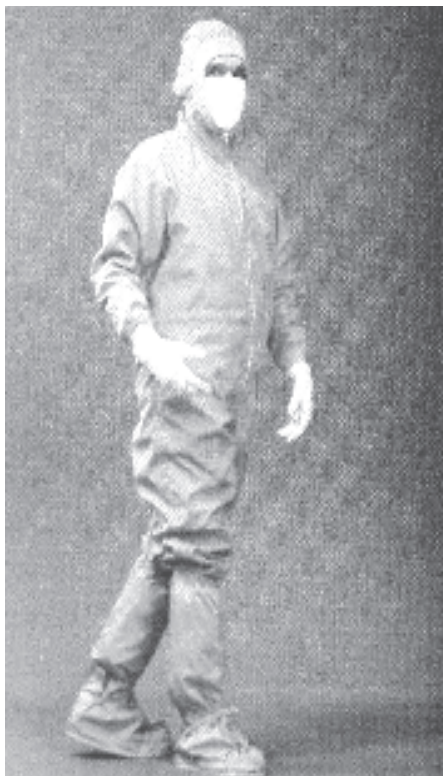


Рис. 10.1 - Комплект одягу для захисту від радіоактивного забруднення

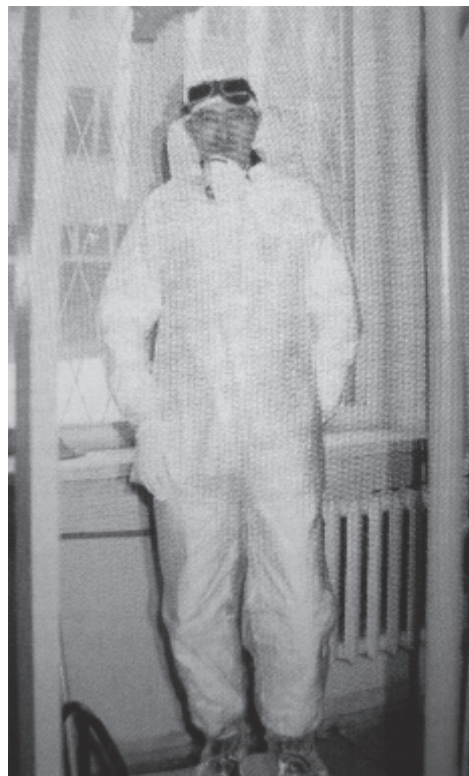


Рис. 10.2 - Комплект спецодягу для застосування на об'єктах атомної енергетики

*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 відносяться: поліаміди, лимонна та щавлева кислота, 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, відносяться продукти, які містять значну кількість пектинів (чорна смородина, агрус, шипшина, сік журавлини, яблука і т. ін.).

*Дієвим чинником забезпечення радіаційної безпеки є дозиметричний контроль за рівнями опромінення персоналу та за рівнем радіації у виробничому середовищі.*

Прилади радіаційного контролю розподіляються 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.

## Лекція 11. Вимоги до технічного та організаційного рівня робочого місця

### 11.1 Організація праці на робочих місцях

*Робоче місце - це зона, яка оснащена технічними засобами і в якій 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. 11.1).

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

Задані робочі пози – «сидячи» або «стоячи» нормуються ГОСТ 12.2.033-78. 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. 11.1 - 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 використання сили, більший огляд; передчасна стомлюваність

*Система робочих рухів.* Основним принципом при виборі системи робочих рухів є принцип «економії рухів», який сприяє підвищенню продуктивності праці і, в той же час, 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 вміщує найменше число елементарних рухів; руки слід звільняти від усякої роботи, яка може успішно виконуватись ногами чи іншими частинами тіла; при 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 швидше, ніж поступальні; плавні криволінійні рухи рук швидше, ніж прямолінійні з миттєвою зміною напрямку; рухи з великим розмахом швидші; рухи, орієнтовані механізмами, швидші, ніж рухи, які орієнтовані «на око»; рухи слід обмежувати обмежувачами 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 (при згинанні та розгинанні) - біля 80; ноги - 45, корпусу - 30 раз на хвилину, а пальця - 6 раз і долоні - 3 рази на секунду.

## 11.2 Оснащення та обладнання робочого місця

*Оснащення та обладнання робочого місця - залежить від виконуваної роботи (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).

*В інформаційному полі зорового спостереження (рис. 11.1) 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 11.2.

Таблиця. 11.2 - 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).



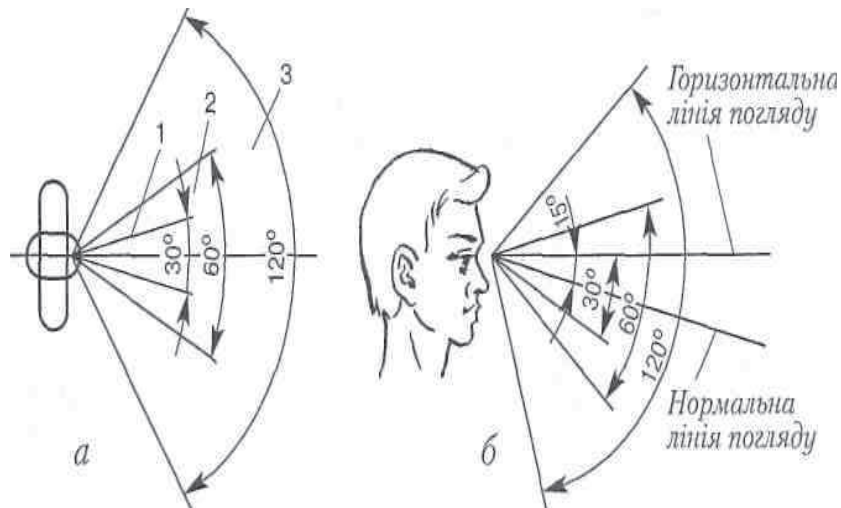


Рис. 11.1 - Зони в полі зорового спостереження: а- в горизонтальній площині; б - у вертикальній площині

Загальні вимоги щодо розміщення засобів відображення інформації нормуються ГОСТ 2226-76.

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 «сидячі» та «стоячі», в моторному полі (див. рис. 11.2) теж виділяють три зони: 1 - зона оптимальної досяжності, в якій розміщують дуже важливі і найбільш часто використовувані (більше 2 раз за хвилину) органи управління; 2 - зона легкої досяжності, в якій розміщують часто використовувані (2 рази за хвилину) органи управління; 3 - зона досяжності, в якій розміщують рідко чи епізодично використовувані (менше 2 раз за хвилину) органи управління.

Загальні вимоги щодо розміщення органів керування на робочих місцях визначенні в ГОСТ 22269-76.

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.

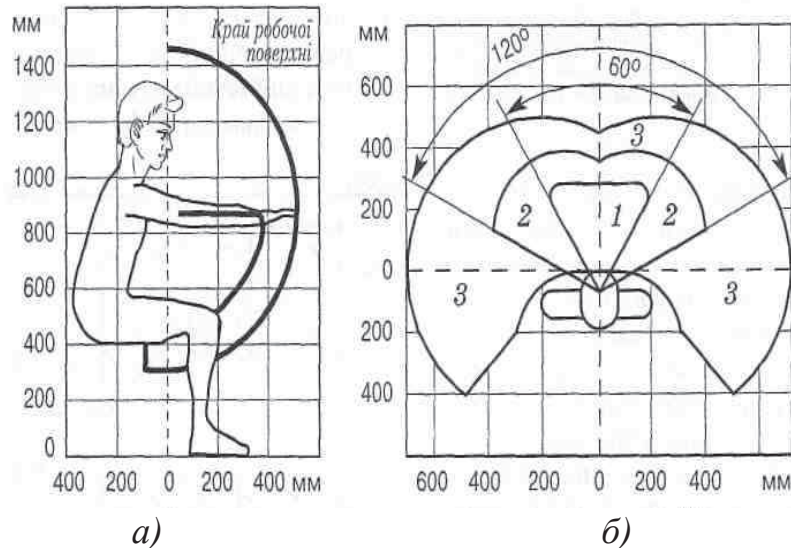


Рис. 11.2 - Зони в моторному полі при виконанні ручних операцій та розміщення органів управління при робочій позі «сидячи» (а – вертикальна площина; б – горизонтальна площина) : 1 - зона оптимальної досяжності; 2 - зона легкої досяжності; 3 - зона досяжності.

Що стосується аварійних органів керування, то їх необхідно розташовувати в зоні досягаємості моторного поля, при цьому необхідно передбачити спеціальні засоби їх розпізнавання та повністю виключити можливість їх несанкціонованого включення відповідно до вимог ГОСТ 12.2.003-91.

При організації робочого місця для виконання робіт в положенні «сидячи», найбільш оптимальним варіантом є використання регульованої конструкції крісла, виготовленого відповідно до вимог ГОСТ 21889-76.

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 ГОСТ 12.2.032-78 (див. табл. 11.3 - 11.5 та рис.11.3).

Таблиця 11.3 - 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, гравіровка, картографія, складання дуже малих за розміром деталей тощо).	930	1020	975
Роботи високої точності (монтаж невеликих за розміром 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 тощо).	700	750	725
Друкування на типографських станках, перфораторах, легка монтажна робота тощо.	630	680	655

Таблиця 11.4 - Нормовані параметри висоти робочого сидіння при організації робочого місця в положенні «сидячи»

Стать працюючого	Висота сидіння, мм
Жінки	400
Чоловіки та жінки	420
Чоловіки	430

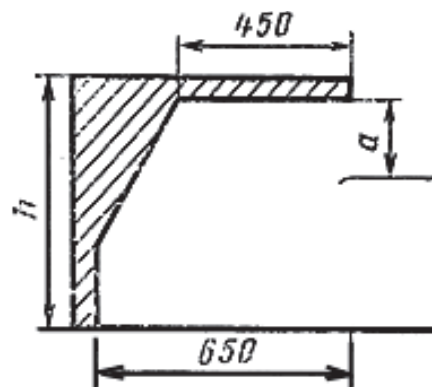


Рис 11.3 - Нормовані параметри простору для ніг (ширина не менш ніж 500 мм): а - відстань від сидіння до нижнього краю робочої поверхні не менш ніж 150 мм; h - висота простору для ніг не менш ніж 600 мм

При організації робочого місця в положенні «стоячи» нормовані параметри висоти робочої поверхні також повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.032-78 (див. табл. 11.5).

Таблиця 11.5 - 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. 11.4 та 11.5.

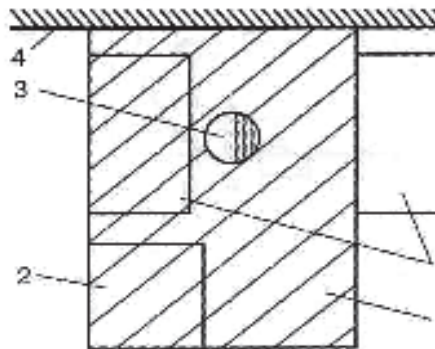


Рис 11.4 - Організація робочого місця монтажника радіоапаратури (робочі столи розташовані один за одним): 1 – робочий стіл (1300 x 700 мм); 2 – шафа для зберігання матеріалів та інструментів (960 x 900 мм); 3 – стілець (діаметр сидіння 350 мм); 4 – стіна; 5 – виробнича площа, що зайнята робочим місцем (заштрихована).

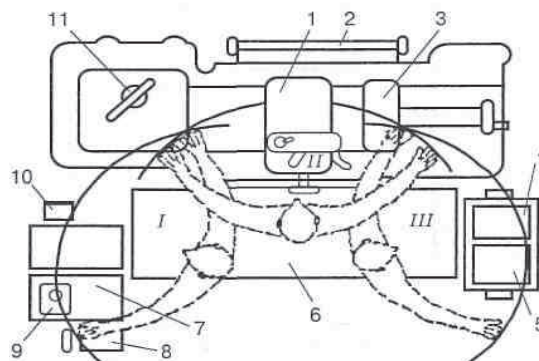


Рис 11.5 - Організація робочого місця токаря: I – зона обслуговування; II – робоча зона; III - зона розміщення заготовок та деталей; 1 – верстат; 2 – екран; 3 – лоток; 4 – столик; 5 – тара; 6 – ґрати; 7 – тумбочка; 8 – стілець; 9 – пульт зв'язку; 10 – урна для сміття; 11 – планшет для креслень.

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

- обладнуватись необхідними засобами колективного захисту;
- укомплектуватись 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 такими, що не перевищують гранично допустимих значень відповідних нормативних документів.

### 11.3 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 таких же наслідків призводить і монотонна робота при виконанні 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, при якому 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.

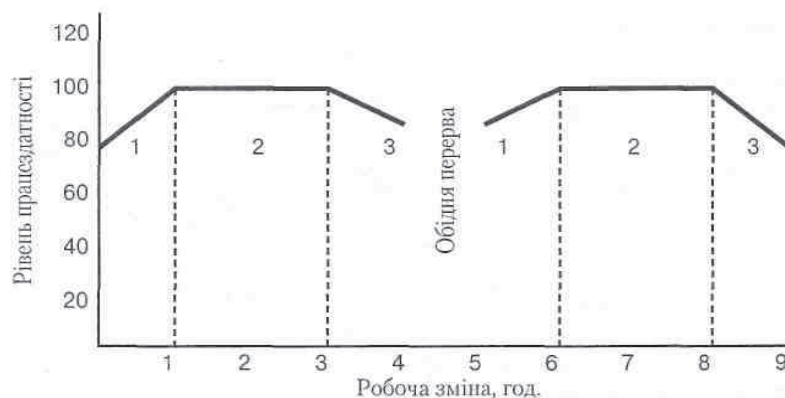


Рис. 11.6 - Зміна працездатності (продуктивності праці) на протязі робочого дня: 1 - стадія «впрацювання» (наростаючої працездатності); 2 - стадія високої стабільної працездатності; 3 - стадія зменшення працездатності (розвитку втоми).



Чергування праці та відпочинку встановлюють в залежності від зміни працездатності людини на протязі робочого дня (див. рис. 11.6).

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 цій 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. В цей час і 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 тяжкій 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 робот із нервовою напругою - 14...25%, а при розумовій праці - до 10...12%.

## 11.4 Особливості роботи користувачів електронно-обчислювальних машин

### 11.4.1 Вплив ЕОМ на стан здоров'я людини

Як показали дослідження фахівців з охорони праці та ергономіки, медиків-гігієністів та психологів, робота з ВДТ, яка належить до розумової праці, в значній мірі характеризується: високою напруженістю зорових функцій; одноманітною позою; великою кількістю стереотипних високоточних координованих рухів, що виконуються лише м'язами кистей рук на фоні малої загальної рухової активності; великим нервово-емоційним напруженням, особливо в умовах дефіциту часу; роботою з великими масивами інформації, що потребує значної активізації уваги та інтенсивної роботи інших вищих психічних функцій організму людини.

Комп'ютерна техніка у наш час знайшла широке використання у діловодстві, промисловості, науці, навчальному процесі, але при недотриманні вимог безпеки, вона може завдавати значної шкоди працюючим.

Особливістю негативного впливу комп'ютерних технологій на працездатність і здоров'я людини є комплексна одночасна дія декількох шкідливих факторів, при значній інтенсивності яких відбувається накопичення і акумулювання їх впливу, що викликає суттєві зміни в організмі людини, розлад функцій окремих органів і систем.

До основних негативних факторів належать: випромінювання різних діапазонів електромагнітного спектру (рентгенівське та оптичне випромінювання, високочастотні та низькочастотні ЕМП, ЕМП з надто низькими частотами, електростатичні поля), шум у джерелі ВДТ, психосоціальні фактори виробничого середовища, нервово-емоційна напруга та інші.

Робота ЕОМ і ВДТ призводить до зміни фонові концентрації іонів повітря. Так, приблизно через 5 хвилин роботи монітору концентрація легких негативних іонів знижується в 5-10 разів (фонове значення цього показнику становить 350-620 іонів/см<sup>3</sup>), а через 3 години роботи їх концентрація наближається до нуля.

Нормалізувати іонний склад повітря виробничої зони можна різними способами: механічна вентиляція, застосування іонізаторів, заземлених захисних екранів тощо.

Доза рентгенівського випромінювання перед екраном монітора на відстані 50 см від його поверхні є безпечною, вона не досягає межі допустимого рівня (50 мкР/год), але не вивчена дія цих променів у поєднанні з іншими, які генеруються ЕОМ на людину, що не дозволяє говорити відносно безпечної їх дії.

Згідно даних ВООЗ, електромагнітні випромінювання викликають розвиток катаракти. Потенційно сприяють розвитку катаракти іонізуюче, ультрафіолетове – А, інфрачервоне і мікрохвильове випромінювання.

На працездатність та самопочуття людини негативно впливає шум від роботи електронно-обчислювальних машин. При цьому тривала дія шуму призводить до зниження розумової працездатності на 10-15%, швидкої зорової втоми, послаблення уваги, порушення психофізіологічних процесів. Вплив шуму ВДТ є однією із причин розвитку стресу, погіршення настрою, сенсорного перевантаження, змін кровопостачання тканин і органів у зв'язку зі спазмами капілярів.

Професійна діяльність працівника на ВДТ є причиною функціональних змін нервово-м'язового апарата і кровопостачання ока, які призводять до розвитку астенотичних скарг. Встановлено, що жінки частіше, ніж чоловіки, скаржаться на зоровий дискомфорт. При цьому відмічено, що в більшості випадків частота астенотії зростає зі збільшенням тривалості роботи за ВДТ.

Астенотичні скарги пов'язані також з освітленням робочого місця, відблиском екрану, тремтінням та мерехтінням зображення, сухістю повітря тощо. Встановлено, що у 72% користувачів ВДТ мають місце скарги на біль в очах. Результатом напруженої тривалої зорової роботи на ЕОМ може бути не лише специфічний зоровий дискомфорт, але і виникнення головного болю.

Стресові стани, які розвиваються при довготривалій напруженій роботі за ЕОМ, є однією із причин виникнення соматичних, фізіологічних, психологічних змін в організмі.

Фізіологічні порушення супроводжуються розладами функцій шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи, скелетних м'язів, залоз внутрішньої секреції, шкіри, статевої системи. Встановлено, що ці розлади частіше мають місце у працівників з високою та середньою тривалістю роботи за ЕОМ.

До психологічних і поведінкових розладів відносяться: агресивність,

фрустрація, нервозність, дратівливість, порушення сну, швидкий розвиток втоми тощо.

Зміни на соматичному, фізіологічному, психологічному і поведінковому рівнях працівників на електронно-обчислювальних машинах та відеодисплейних терміналах пов'язані з високим навантаженням при виконанні завдань, високою емоціонально-психологічною напруженістю та дією негативних виробничих факторів

#### 11.4.2 Гігієнічні вимоги до виробничих приміщень з ЕОМ

Санітарно-гігієнічне нормування параметрів виробничого середовища на комп'ютеризованих робочих місцях здійснюється згідно з ДНАОП 0.00-1.31-99 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» та ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» з урахуванням положень міжнародних нормативно-правових актів з цих. Умови праці осіб, які постійно працюють з комп'ютерною технікою, згідно з ДНАОП 0.00-1.31-99 повинні відповідати I або II класу відповідно до Гігієнічної класифікації праці.

Як відомо, умови праці залежать від сукупності факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків.

*До основних джерел небезпечних та шкідливих виробничих факторів на комп'ютеризованих робочих місцях, в першу чергу, слід віднести ВДТ, особливо ВДТ з дисплеями на електронно-променевих трубках (ЕПТ). Саме цей тип дисплеїв, який є найбільш поширеним на даний час, має і найбільш негативний вплив на здоров'я людини в силу специфіки роботи ЕПТ, яка представляє собою джерело іонізуючого (рентгенівського) випромінювання, електромагнітних випромінювань оптичного та радіочастотного діапазонів, а також електростатичних та магнітних полів.*

Умови праці осіб, які працюють з ЕОМ, мають відповідати 1 або 2 класу згідно з Гігієнічною кваліфікацією праці за показниками шкідливості.

У виробничих приміщеннях, обладнаних електронно-обчислювальними машинами, необхідно створити належне *освітлення*.

Природне і штучне освітлення повинно відповідати ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення. Нормування».

Природне світло повинно бути бічним, зорієнтованим, як правило, на північ чи північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5%. При виробничій потребі дозволяється експлуатувати ЕОМ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами Держпромгірнагляду та органами й установами санітарно-епідеміологічної служби.

Вікна приміщень повинні мати регульовальні пристрої для відчинення, а також жалюзі, штори тощо.

Штучне освітлення приміщення з робочими місцями, обладнаними відеотерміналами ЕОМ загального та персонального користування, має бути всеосяжним і рівномірним. У випадку, коли переважають роботи з

документами, допускається комбіноване освітлення (додатково до загального освітлення встановлюється світильники місцевого освітлення).

Світильники розміщуються збоку від робочих місць (переважно ліворуч), або локально над робочим місцем (при розташуванні відеотерміналів ЕОМ за периметром приміщення).

Як джерело світла при штучному освітленні застосовуються, як правило, люмінесцентні лампи. У світильниках місцевого освітлення допускається застосування ламп розжарювання.

Рівень освітленості на робочому місці має становити 300-500 лк. При використанні комбінованого освітлення не допускається відблисків на поверхні екрана та збільшення освітлення екрана вище 300 лк.

Важливою умовою безпеки людини, що перебуває перед екраном, є правильний вибір візуальних параметрів дисплея та світлотехнічних умов робочого місця. Робота з дисплеями при неправильному виборі яскравості й освітленості екрана, контрастності знаків, їх кольорів, за наявності відблисків на екрані, тремтіння та мерехтіння зображення призводить до зорового стомлення, головного болю, значного психофізіологічного навантаження, погіршення зору.

*Рівень шуму* не повинний перевищувати: на місцях, де працюють програмісти та оператори ЕОМ, 55 дБА, у лабораторіях, де складаються алгоритми та ведеться робота з документацією – 60 дБА, у машинному залі – 65 дБА, у приміщеннях, де розміщені гучні агрегати обчислювальних машин – 75 дБА.

Для забезпечення допустимих рівнів шуму у виробничих приміщеннях з комп'ютеризованими робочими місцями, як правило, застосовуються шумопоглинальні засоби, вибір яких обґрунтовується спеціальними інженерно-акустичними розрахунками. При цьому необхідно застосовувати спеціальні негорючі або важкогорючі перфоровані плити, панелі, або мінеральну вату з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в межах частот 31,5 - 8000 Гц.

*Рівні вібрації* у період виконання робіт з ЕОМ у виробничих приміщеннях не повинні перевищувати допустимих значень, визначених Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації (ДСН 3.3.6-039-99).

Під матричні принтери треба підкладати вібраційні килимки, спеціальні амортизатори для гасіння вібрації та шуму.

*Слід завжди пам'ятати, що у виробничих приміщеннях з комп'ютеризованими робочими місцями необхідно використовувати тільки те обладнання, яке має сертифікати відповідності санітарним нормам щодо рівнів акустичних шумів та вібрацій.*

Таблиця 11.6 - Оптимальні значення параметрів мікроклімату для приміщень з ВДТ та ПЕОМ відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Легка, Іа	22 – 24	40 – 60	не > 0,1
Теплий	Легка, Іа	23 – 25	40 – 60	не > 0,1



*Рівні електромагнітного випромінювання* та магнітних полів повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.06 «ССБТ. Електромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля», СН 3206-85 «Гранично допустимі рівні магнітних полів частотою 50Гц» та ДСанПіН 3.3.2.007-98. Для довгих і середніх хвиль норма напруженості на робочому місці становить не більше 5 В/м. Для коротких і ультракоротких хвиль щільність потоку енергії протягом робочого дня становить не більше 10 Вт/см<sup>2</sup>, а при температурі повітря у приміщенні вище 28°C – 1 Вт/см<sup>2</sup>.

*Рівні інфрачервоного випромінювання* повинні відповідати ГОСТ 12.1.005-88 з урахуванням площі тіла, яка опромінюється, та ДСанПіН 3.3.2.007-98 і не мають перевищувати 35 Вт/м<sup>2</sup> при опроміненні 50% та більше поверхні тіла; 70 Вт/м<sup>2</sup> – при опроміненні від 25 до 50% поверхні тіла; не більше 140 Вт/м<sup>2</sup> при опроміненні від нагрітих поверхонь з використанням засобів індивідуального захисту.

Лінія електромережі для живлення ЕОМ, периферичних пристроїв ЕОМ та іншого устаткування виконується як окрема групова трипровідна мережа, прокладанням фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Використання нульового робочого провідника як нульового захисного провідника забороняється. Не допускається підключення на щиті до одного контактного затискача нульового робочого та нульового захисного провідників.

Конструкція штепсельних з'єднань та електророзеток має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше, ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників.

#### 11.4.3 Організація робочих місць та вимоги до розміщення ЕОМ

Організація робочого місця користувача відеотермінала повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним вимогам, характеру та особливостям трудової діяльності. Площа одного робочого місця повинна бути не менше 6 м<sup>2</sup>, а обсяг – не менше 20 м<sup>3</sup>. При розміщенні робочих місць необхідно дотримуватись таких вимог:

- природне світло повинно падати збоку, переважно зліва;
- відстань від робочого місця до стін зі світловим прорізами повинна складати не менше 1 м;
- відстань між бічними поверхнями відеотерміналів має бути не меншою за 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного відеотермінала та екрана іншого не повинна бути меншою 2,5 м, а прохід між рядами робочих місць – не меншим одного метра.

Висота робочої поверхні столу для відеотермінала має бути в межах 68-80 см, а ширина повинна забезпечувати можливість використання операцій у зоні досяжності моторного поля (рекомендовані розміри столу: висота – 72,5 см, ширина – 60-140 см, глибина – 80-100 см).



Робоче сидіння (сидіння, стілець, крісло) працівника на обчислювальній техніці повинно бути підйомно-поворотним, плоским, спереду закругленим, а для усунення статичного напруження м'язів рук улаштоване стаціонарними або змінними підлокітниками.

Екран відеотерміналу та клавіатура мають розташовуватися на оптимальній відстані від очей працівника, але не ближче 60 см, з урахуванням розміру алфавітно-цифрових знаків та символів.

При потребі високої концентрації уваги під час виконання робіт з високим рівнем напруженості суміщені робочі місця з відеотерміналами та персональними ЕОМ необхідно відділяти одне від одного перегородками висотою 1,5-2 м.

Організація робочого місця з ЕОМ для управління технологічними обладнаннями має передбачати:

а) достатній простір для людини-оператора; вільну досяжність органів ручного управління в зоні моторного поля: відстань по висоті – до 133 см, по глибині – 40-50 см;

в) розташування екрана відеотерміналу в робочій зоні, яке забезпечувало б зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом плюс-мінус 30° від лінії зору оператора;

г) можливість повертання екрана відеотерміналу навколо горизонтальної та вертикальної осі.

На рис. 11.7 показана організація робочого місця користувача ПЕВМ.

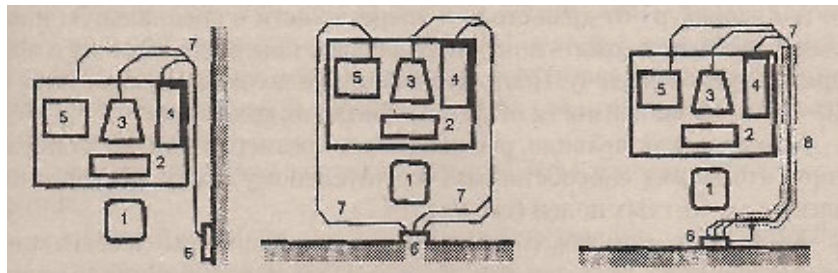


Рис. 11.7 - Компонівка робочого місця оператора ПЕВМ

а) не бажана; б) не допустима; в) рекомендована: 1 – робоче місце оператора; 2 – клавіатура; 3 – дисплей; 4 – системний блок ПЕВМ; 5 – принтер; 6 – розетки живлення; 7 – мережеві кабелі живлення блоків ПЕВМ; 8 – металева заземлена труба .

#### 11.4.4 Режим праці та відпочинку працівників ЕОМ

Режим праці та відпочинку працівників визначається державними санітарними правилами і нормами роботи з візуальними дисплейними терміналами ЕОМ – ДсанПіН 3.3.2-007-98. При цьому враховуються насиченість і напруженість праці, вид і категорія трудової діяльності.

Навантаження на організм в процесі праці, вимагаюче переважно фізичних зусиль і відповідного енергетичного забезпечення, пов'язане переважно з інтенсивною роботою головного мозку, кваліфікують як

напруженість праці.

Трудову діяльність з ЕОМ поділяють на 3 групи:

- група А – зчитування інформації (діалоговий режим роботи);
- група Б – введення інформації;
- група В – творча робота в режимі діалога з ЕОМ (переклад і редагування текстів і ін.).

Роботу з ВДТ в залежності від напруженості поділяють на три категорії: в групах А і Б, перша і друга категорії визначаються за сумарним числом зниженої або введеної інформації; в групі В, категорія 3, за сумарним часом роботи за зміну.

Тривалість роботи на електронно-обчислювальних машинах без регламентованої перерви не повинна перевищувати 2 години. При 8-годинному робочому дні регламентовану перерву необхідно встановлювати:

- для 1 категорії робіт – через 2 години від початку зміни і після обідньої перерви тривалістю по 10 хвилин.

- для 2 категорії робіт – через 2 години від початку зміни тривалістю 15 хвилин і через 1,5 і 2,5 години після обідньої перерви тривалістю 15 і 10 хвилин відповідно або тривалістю 5-10 хв. через кожную годину роботи, в залежності від характеру технологічного процесу;

- для 3 категорії робіт – через 2 години від початку зміни і через 1,5 і 2,5 години після обідньої перерви тривалістю 20 хв. кожна або тривалістю 5-15 хв. через кожную годину роботи, в залежності від характеру технологічного процесу.

Навантаження за робочу зміну при роботі ЕОМ не повинна перевищувати для групи А – 60000 знаків, для групи Б – 45 000 знаків, для групи В – 6 годин.

При роботі на ЕОМ у нічну зміну, незалежно від групи і категорії робіт, тривалість регламентованих перерв збільшується на 60 хв.

Під час регламентованих перерв слід використовувати активний відпочинок – комплекс спеціальних профілактично-реабілітаційних вправ, перебування на свіжому повітрі.

Тривалість роботи викладачів ВУЗів, коледжів, ліцеїв, учителів шкіл, які працюють у дисплейних класах, не повинна перевищувати 4 години на день; максимальний час занять для студентів молодших курсів – 2 години на день, а студентів старших курсів – 3 години.

Для школярів тривалість занять в дисплейних класах не повинна перевищувати у початкових класах – 10-15 хв., а для учнів 8-9 класів – 25 хв.

З метою профілактики і попередження захворювань при роботі з ВДТ необхідно дотримуватись режиму дня, розумно чередувати працю і відпочинок, уміло використовувати фізичні вправи, фактори природного середовища для підвищення резистентності організму, розширення норми реакції.

### Розділ 3. АТЕСТАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ ТА ПАСПОРТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВ

Лекція 12. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу

#### 12.1 Сфера застосування та загальні положення

Відповідно до існуючого законодавства в галузі охорони праці для об'єктивної оцінки умов праці в обов'язковому порядку проводиться паспортизація виробництв та атестація робочих місць. Згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 442 від 1.09.1992 р. для проведення атестації робочих місць на їх відповідність 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. В разі підозри на наявність у робітників професійного захворювання чи отруєння на кожного окремого працівника додатково складається Санітарно-гігієнічна характеристика 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 діючим 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;
- розробки рекомендацій для профвідбору, профпридатності;
- санітарно-гігієнічної експертизи виробничих об'єктів;
- санітарно-гігієнічної паспортизації стану виробничих та сільськогосподарських підприємств;
- застосування заходів адміністративного впливу при виявленні санітарних правопорушень, а також для притягнення винуватців до дисциплінарної та карної відповідальності;
- вивчення зв'язку стану здоров'я працюючого з умовами його праці (при

проведені 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 працюючих.

*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 їх шкідливого впливу на стан здоров'я працюючих.*

З урахуванням Гігієнічної класифікації визначається ступінь шкідливості умов праці, виконується оцінка 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); за показниками природного та штучного освітлення; за величиною недодержання необхідної кількості іонів повітря і показника їх 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). При дотриманні контрольних рівнів умови праці на даному робочому місці оцінюються як допустимі. У разі їх перевищення оцінка шкідливості та небезпечності за радіаційним фактором (до виходу спеціального документа) здійснюється органами Держсанепідемнагляду.*

**Оцінка 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, ступеню нахилу корпусу, переміщень в просторі.

**Оцінка напруженості трудового процесу** здійснюється на підставі обліку факторів, що характеризують напруженість праці, а саме, інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

*Згідно вимог 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 працюючих, 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 при 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 працюючих (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 при влаштуванні 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.

## 12.2 Гігієнічні критерії та класифікація умов праці

### 12.2.1 Класифікація умов праці

*Виходячи з 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 працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

**2 клас — допустимі умови праці** - характеризуються такими рівнями 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 працюючих та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах.

**3 клас — шкідливі умови праці** - характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

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

**1 ступінь (3.1)** - умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту 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.

#### 12.2.2 Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії хімічного фактора

При дії хімічного фактора ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюється за максимальними концентраціями шкідливих речовин, а також за середньозмінними концентраціями шкідливих речовин (за наявності ГДК<sub>с.з.</sub> 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 12.1

У разі одночасної наявності в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії виходять з розрахунку суми відношень фактичних концентрацій кожної з них до їх ГДК. Якщо сума не перевищує одиницю, то умови праці відповідають допустимим:

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + C_3/\text{ГДК}_3 + \dots + C_n/\text{ГДК}_n \leq 1,$$

де  $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$  – концентрації відповідних шкідливих речовин в повітрі, мг/м<sup>3</sup>;

$\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2 \dots \text{ГДК}_n$  – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м<sup>3</sup>.

Таблиця.12.1 - Класи умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони шкідливих речовин хімічного походження (перевищення ГДК, разів)

Шкідливі речовини	Клас умов праці					небезпечний
	допустимий	шкідливий				
		2	3.1	3.2	3.3	
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	>20,0
Шкідливі речовини 3–4 класів небезпечності*, за винятком перерахованих нижче	≤ГДК	1,1–3,0	3,1-10,0	>10,0		
Речовини, здатні спричинити гостре отруєння (з гостро-спрямованим механізмом дії) або мають подразнювальні властивості**	≤ГДК	1,1–2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	>10,0(x)
Канцерогени***	≤ГДК	1,1–3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	>10,0	
Алергени****	≤ГДК		1,1-3,0	3,1-10,0	>10,0	
Речовини переважно фіброгенної дії*****	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	>10,0	
Протипухлинні лікарські засоби, гормони (естрогени)*****					+	
Наркотичні анальгетики			+			

\* Чинними в Україні є значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, що містяться у переліку «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» №4617, доповненнях №1-7 до нього, а також ГДК та орієнтовні безпечні рівні впливу (ОБРВ), що затверджені Головним державним санітарним лікарем України після 1 січня 1997 року.

\*\*Відповідно до чинних в Україні\* значень ГДК та ОБРВ шкідливих речовин у повітрі робочої зони, довідкові додатки 1 та 2 до таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації.

\*\*\* Відповідно до чинних в Україні\* значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є канцерогенна дія (позначка "К").

\*\*\*\* Відповідно до чинних в Україні\* значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є алергенна дія (позначка "А").

\*\*\*\*\* Відповідно до чинних в Україні\* значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є фіброгенна дія (позначка „Ф”), довідковий додаток 3 до таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації.

\*\*\*\*\* Речовини, при виготовленні та використанні яких повинен бути виключений контакт з органами дихання та шкірою працюючих з обов'язковим контролем повітря робочої зони методами, затвердженими в установленому порядку, і які мають чутливість 0,001мг/куб.м та нижче (довідковий додаток 4 до таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації).

(+) - незалежно від концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони умови праці мають бути віднесені до даного класу.

(х) – перевищення вказаного рівня для речовин з гостроспрямованим механізмом дії може призвести до гострого отруєння працюючих.

Оцінку умов праці за наявності в повітрі робочої зони двох та більшого числа шкідливих речовин різноспрямованої дії здійснюють наступним чином.

За одночасної дії двох та більшого числа шкідливих речовин різноспрямованої дії кожна речовина оцінюється як окремий фактор, при цьому:

- присутність у повітрі робочої зони будь-якого числа 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 більшого числа шкідливих речовин у рівнях, що відповідають ступеню 3.4, умови праці до 4 класу не переводяться.

Віднесення умов праці до 4 класу може бути здійснене виключно за наявності 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 більшого числа 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<sub>р.з.м.р.</sub>, 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) оцінка умов праці проводиться за тим з них, який відповідає вищому ступеню та класу шкідливості.

При роботі з речовинами, що можуть потрапляти в організм людини через шкіру і мають відповідний гігієнічний норматив - гранично допустимий рівень (ГДР), клас умов праці встановлюється відповідно до таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації за рядком «Шкідливі речовини 3-4 класів

небезпечності». Для шкідливих речовин 1 класу небезпечності використовують рядок «Протипухлинні лікарські засоби, гормони (естрогени)».

### 12.2.3 Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії факторів біологічного походження

При дії факторів біологічного походження ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюється відповідно до даних таблиці 4.11.2 Гігієнічної класифікації. Дані таблиці 4.11.2 Гігієнічної класифікації – «Класи умов праці залежно від вмісту у повітрі робочої зони шкідливих речовин біологічного походження» приведені нижче у таблиці 12.2.

Таблиця.12.2 - 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
Мікроорганізми-продуценти, препарати, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів*		≤ГДК	1,1-3,0	3,1-10,0	>10		
Патогенні мікроорганізми**	Особливо небезпечні інфекції						+
	Збудники інших інфекційних захворювань				+		

\* Чинними в Україні є значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони, що містяться в переліку «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» №4617, доповненнях №1-7 до нього, а також ГДК та орієнтовні безпечні рівні впливу (ОБРВ), що затверджені Головним державним санітарним лікарем України після 1 січня 1997 року.

\*\* Робота в спеціалізованих медичних, ветеринарних установах та підрозділах, спеціалізованих господарствах для хворих тварин. Види робіт, при яких можливі контакт з патогенними мікроорганізмами на підприємствах шкіряної та м'ясної промисловості, під час ремонту та обслуговування каналізаційних систем, відносяться до класу 3.2.

(+) - незалежно від концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони умови праці мають бути віднесені до даного класу.

Оцінку умов праці при наявності в повітрі робочої зони одночасно двох або більше шкідливих факторів біологічного походження (мікроорганізми-продуценти, препарати, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів, білкові препарати), або при наявності ризику професійного контакту з патогенними мікроорганізмами здійснюють за найвищим класом та ступенем

шкідливості.

Незалежно від кількості шкідливих факторів біологічного походження біологічний фактор у загальній оцінці умов праці за ступенем шкідливості або небезпечності враховується як один самостійний фактор.

#### 12.2.4 Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії віброакустичних факторів

При дії на працюючих віброакустичних факторів (шуму, вібрації, інфра- та ультразвук) ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюється залежно від величин перевищення чинних нормативів відповідно до даних таблиці 4.11.3 Гігієнічної класифікації. Дані таблиці 4.11.3 Гігієнічної класифікації – «Класи умов праці залежно від рівня шуму, вібрації, інфразвуку та ультразвуку на робочому місці» приведені нижче у таблиці 12.3.

Ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії віброакустичних факторів встановлюється 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 оцінка здійснюється згідно з Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99) та ГОСТ 12.1.050-86, ГОСТ 12.1.003-83, ДСТУ 2867-94.

Таблиця 12.3 - 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	
1	2	3	4	5	6	7
Шум: рівень звуку, дБА; еквівалентний рівень звуку, дБА <sub>екв</sub>	≤ГДР*	до 85	86-95	96-105	106-115	>115

Продовження таблиці 12.3

Рівень звукового тиску у будь-якій октавній смузі, дБ						>135**
Вібрація локальна: еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБ <sub>екв</sub>	≤ГДР***	до 115	116-118	119-121	122-124	>124
Вібрація загальна: еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБ <sub>екв</sub> вісь-Z <sub>3</sub> , вісь-X <sub>3</sub> , Y <sub>3</sub>	≤ГДР***	до 113	114-119	120-125	126-131	>131
	≤ГДР***	до 122	123-128	129-134	135-140	>140



Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7
Вібрація імпульсна	$\leq$ ГДР***	Перевищення ГДР, разів				
		до 1,3	1,4-2,0	2,1-3,2	3,3-15,0	>5
сумарна кількість імпульсів для пікового значення віброприскорення; пікове значення віброприскорення, дБ						>160
Інфразвук: загальний рівень звукового тиску, дБ <sub>лін</sub> ; еквівалентний загальний рівень звукового тиску, дБ <sub>лін екв</sub>	$\leq$ ГДР*	Перевищення ГДР, разів				
		до 5	6-10	11-15	16-20	>20
Ультразвук повітряний: рівні звукового тиску в октавних (1/3 октавних) смугах частот, дБ	$\leq$ ГДР*	Перевищення ГДР, разів				
		до 10	11-20	21-30	31-40	>40
Ультразвук контактний: пікові рівні віброшвидкості в октавних смугах частот, дБ	$\leq$ ГДР*	Перевищення ГДР, разів				
		до 5	6-10	11-15	16-20	>20

\* 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 (таблиця 4 ДСН) визначається перевищенням кількості виміряних імпульсів за робочу зміну/годину відносно допустимої кількості імпульсів (ГДР) для даного виміряного пікового значення віброприскорення в діапазоні 120-160 дБ. Визначення вібраційного навантаження від імпульсної вібрації при послідовній роботі кількома інструментами наведено в додатку 11 ДСН 3.3.6.039-99.

Гігієнічна оцінка умов праці під час впливу на працюючих постійного шуму здійснюється за результатами вимірів рівня звуку в «дБА» за шкалою «А» вимірювача шуму на часовій характеристиці «повільно».

Оцінка умов праці під час впливу на працюючих непостійного шуму здійснюється за результатами вимірів еквівалентного рівня звуку інтегруючим вимірювачем шуму.

У разі його відсутності, еквівалентний рівень звуку розраховується відповідно до додатків 2 та 3 ДСН 3.3.6.037-99.

При дії протягом зміни на працюючого шумів з різними часовими (постійного, непостійного, переривчастого, імпульсного і т.д.) та спектральними (широкосмуговий, тональний і т.д.) 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 при дії виробничої вібрації.* Гігієнічна оцінка умов праці при дії на працюючих постійної вібрації (загальної, локальної) здійснюється згідно з Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації (ДСН 3.3.6.039-99) методом інтегральної оцінки за частотою параметра, що нормується (віброшвидкість, віброприскорення).

При цьому вимірюється або розраховується коректований рівень в дБ відповідно до додатку 9 ДСН 3.3.6.39-99.

Оцінка умов праці при дії на працюючих непостійної вібрації (загальної, локальної) здійснюється згідно з ДСН 3.3.6.039-99 методом інтегральної оцінки за еквівалентним (по енергії) рівнем параметра, що нормується (віброшвидкість, віброприскорення).

При цьому вимірюється або розраховується коректований рівень в дБ відповідно до додатку 10 ДСН 3.3.6.39-99.

Оцінка умов праці при дії на працюючих імпульсної вібрації здійснюється залежно від величини вібраційного впливу на підставі підрахунку кількості вібраційних імпульсів за зміну при піковому рівні 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) загальна оцінка умов праці проводиться за найвищим класом та ступенем шкідливості фактора.

*Визначення класу умов праці при дії інфразвуку.*

Контроль за рівнями інфразвуку та його оцінка здійснюється згідно з Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99).

Гігієнічна оцінка умов праці при дії на працюючих постійного інфразвуку здійснюється за результатами вимірів загального рівня звукового тиску за шкалою «лінійна» в дБ<sub>Лін</sub> (за умови, що різниця між рівнями, які виміряні за шкалою «лінійна» та «А» на характеристиці шумоміра «повільно», становить не менш ніж 10 дБ).

Оцінка умов праці при дії на працюючих непостійного інфразвуку здійснюється за результатами виміру або розрахунку еквівалентного (по енергії) загального рівня звукового тиску в дБ<sub>Лін екв</sub> відповідно до додатків 2 та 3 ДСН 3.3.6.037-99.

*Визначення класу умов праці при дії ультразвуку.*

Контроль за рівнями ультразвуку та його оцінка здійснюється згідно з Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99), ГОСТ 12.4.077-79 «ССБТ. Ультразвук. Методы измерения звукового давления на рабочих местах» та ГОСТ 12.1.001-89 «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности».

Гігієнічна оцінка умов праці при дії на працюючих повітряного ультразвуку (з частотами коливань в діапазоні від 12,5 до 100 кГц) здійснюється за результатами вимірів рівня звукового тиску в дБ у нормованих смугах із середньо геометричними частотами, що охоплюють робочу частоту джерела ультразвукового випромінювання.

Оцінка умов праці при дії на працюючих контактного ультразвуку здійснюється 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 ГОСТ 12.1.001-89 та ДСН 3.3.6.037-99.

#### 12.2.5 Гігієнічні критерії оцінки умов праці за показниками мікроклімату

*Віднесення умов праці до того або іншого класу шкідливості та небезпечності за показниками мікроклімату здійснюється 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 згідно з ГОСТ 12.1.005-88 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 приведені у Гігієнічній класифікації, наведені нижче відповідно у таблиці 12.4.

Таблиця.12.4 - 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 (перевищення шкідливого рівня)*				Небезпечний
					1	2	3.1	3.2	
Температура повітря, °С	Категорія робіт	Загальні енерговитрати, 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		-//-	-//-	-//-	-//-	-	
	2б	233-290		-//-	-//-	-//-	-//-	-	
	3	>290		-//-	-//-	-//-	-//-	-	
Швидкість руху повітря, м/с			згідно ДСН	до 3 разів	>3 разів				-
Відносна вологість повітря, %				до 25	>25				-
Теплове випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>				141-150	150-200	200-250	250-350	>350 Вт/м <sup>2</sup>	

\*Вище (>) максимально допустимих значень за категорією робіт.

Для оцінки мікроклімату використовуються або результати вимірювань його складових згідно Державних санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99), або інтегральний показник теплового навантаження середовища (ТНС-індекс, при наявності теплового опромінення не вище  $1000 \text{ Вт/м}^2$  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  $^{\circ}\text{C}$ ), який відтворює поєднаний вплив температури, вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання на теплообмін людини з навколишнім середовищем.

Згідно Гігієнічної класифікації за своєю дією мікроклімат поділяється на нагрівальний та охолоджувальний.

**Нагрівальний мікроклімат** - поєднання параметрів мікроклімату (температури повітря, вологості, швидкості руху, теплового випромінювання), при якому спостерігається порушення теплообміну людини з навколишнім середовищем, виражене накопиченням тепла в організмі людини вище верхньої межі оптимальної величини ( $>0,87 \text{ кДж/кг}$ ) та (або) збільшенням частки втрати тепла випаровуванням поту ( $>30\%$ ) в загальній структурі теплового балансу, появою загальних або локальних дискомфортних тепло відчуттів (трохи тепло, спекотно).

При тепловому опроміненні вище  $100,0 \text{ Вт/м}^2$  потрібно використовувати засоби індивідуального захисту, в тому числі обличчя та очей.

**Охолоджувальний мікроклімат** – поєднання параметрів мікроклімату, при якому відбувається зміна теплообміну організму, що призводить до появи загального або локального дефіциту тепла в організмі ( $<0,87 \text{ кДж/кг}$ ) 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 при роботі 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 при відповідному режимі праці та відпочинку.

Одночасно з використанням спецодягу необхідно дотримуватись необхідної регламентації часу роботи в несприятливому середовищі, а також загального режиму праці, затвердженого відповідним підприємством і територіальним закладом санепіднагляду.

Якщо протягом зміни виробнича діяльність працюючого проходить 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.

### 12.3 Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів і випромінювань

Віднесення умов праці до того або іншого класу шкідливості та небезпечності при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань здійснюється 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 при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань» та таблиці 4.11.5.2 – «Класи умов праці при дії електромагнітних випромінювань оптичного діапазону (лазерне випромінювання – ЛВ, ультрафіолетове випромінювання - УФВ)», які приведені у Гігієнічній класифікації, наведені нижче відповідно у таблиці 12.5 та таблиці 12.6.

Таблиця. 12.5 - Класи умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань (перевищення ГДР, разів)

Фактор виробничого середовища	Клас умов праці					
	Допустимий 2	Шкідливий *				Небезпечний* 4
		3.1	3.2	3.3	3.4	
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 рази.

\*1 Значення ГДР, з якими порівнюються вимірювані на робочих місцях



величини ЕМП, визначаються залежно від тривалості дії факторів протягом робочого дня.

\*2 Згідно з ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

\*3 Згідно з «Предельно допустимыми уровнями воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и материалами» № 1742-77.

\*4 Згідно з «Санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)» № 5802 – ДНАОП 0.03-3.21-91.

\*5 Згідно з «Предельно допустимыми уровнями магнитных полей частотой 50 Гц» № 3206-85 – ДНАОП 0.03-3.13-85, ОБУВ ПемП 50 Гц №5060- 89.

\*6 Згідно з ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля», изменение № 1 ГОСТ 12.1.006-84, «ПДУ воздействия электромагнитных полей диапазона 10-60 кГц» № 5803-91.

Таблица 12.6 - Классы условий работы при действии электромагнитных излучений оптического диапазона (лазерное излучение – ЛВ, ультрафиолетовое излучение - УФВ)

Фактор виробничого середовища		Классы условий работы					
		Допустимый 2	Шкідливий			Небезпечний 4	
			3.1	3.2	3.3		3.4
ЛВ*		≤ГДР1 (ГДР2)	≥ГДР1 (ГДР2)	<10 ГДР1 (ГДР2)	<10 <sup>2</sup> ГДР1 (ГДР2)	<10 <sup>3</sup> ГДР1 (ГДР2)	>10 <sup>3</sup> ГДР1 (ГДР2)
УФВ	При наявнос- ті виробничих джерел УФ-А,УФ-В, УФ-С, Вт/м <sup>2</sup>	ДІО**	>ДІО**				
	При наявнос- ті джерел УФ –В профілактичного призначення УФ-А, Вт/м <sup>2</sup> ***	9-45	<9				

\*Відповідно до СанПин 5804-91 „Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров”: ГДР1 – при безперервній дії ЛВ, ГДР2 – при однократній дії ЛВ (ДНАОП 0.03-3.09-91).

\*\* Відповідно до „Санитарных норм ультрафиолетового излучения в производственных помещениях” № 4557-88 (ДНАОП 0.03-3.17-88). При перевищенні 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

ультрафіолетового излучения” № 5046-89 оцінюється профілактичне опромінення, його достатність.

Умови праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань відповідають 3 класу шкідливості при перевищенні 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 – при перевищенні максимальних ГДР для короточасної дії (час вказаний у додатку до таблиці 4.11.5.1 Гігієнічної класифікації).

При одночасній дії на працюючих 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.

#### 12.4 Гігієнічні критерії оцінки умов праці за фактором «Освітленість»

*Оцінка умов праці за фактором «Освітленість» здійснюється за показниками природного та штучного освітлення, що наведені в таблиці 4.11.6 Гігієнічної класифікації (табл. 12.7).*

*При відсутності в приміщенні природного освітлення та засобів компенсації ультрафіолетової недостатності умови праці за показником «Природне освітлення» відносять до класу 3.2.*

*Наявність засобів щодо компенсації ультрафіолетової недостатності (встановлення джерел профілактичного ультрафіолетового опромінення) за умови забезпечення ними нормативних вимог (СН 4557-88 «Санітарні норми ультрафіолетового опромінення виробничих приміщень») 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» відносять до класу 3.1.*

*Показники сліпучої дії відбитої блискоті визначаються при роботі з об'єктами розрізнення та робочими поверхнями, які мають направлене, направлено-розсіяне та змішане відбиття (робота з екраном дисплея, метали, пластмаси, скло, глянцева папір і т.п.). Контроль сліпучої дії відбитої блискоті проводиться суб'єктивно. При її наявності, а також при погіршенні видимості об'єктів розрізнення та скаргах працівників на зоровий дискомфорт умови праці за даним показником відносять до класу 3.1.*

*При роботах, що пов'язані з необхідністю фіксації зору на сліпучих об'єктах розрізнення (екрани дисплеїв) протягом 6 годин, умови праці за даним показником відносять до класу 3.1, а протягом 8 годин – до класу 3.2.*

*Контроль показника «Нерівномірність розподілу освітлення» проводять*

для робочих місць, що обладнані відео терміналами (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 блискоті, нерівномірності розподілу освітленості) здійснюється заключна оцінка умов праці за фактором «Штучне освітлення» шляхом вибору показника, віднесеного до найвищого ступеня шкідливості.

Таблиця.12.7 - 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
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 блискотість, (час безперервної роботи)		$\leq 4$ год.	$> 6$ год.	$> 8$ год.			
Відбита блискотість		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 В2.5-28-2006. Природне та 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 зі ДБН В2.5-28-2006.

Загальна оцінка умов праці за показниками світлового середовища здійснюється на підставі оцінок показників з природного та штучного освітлення шляхом вибору з них найвищого ступеня шкідливості.

12.5 Гігієнічні критерії оцінки умов праці залежно від важкості та напруженості трудового процесу

*Гігієнічна оцінка умов праці залежно від важкості та напруженості трудового процесу здійснюється відповідно до даних, наведених в таблиці 4.11.7 («Класи умов праці за показниками важкості трудового процесу») та таблиці 4.11.8 («Класи умов праці за показниками напруженості трудового процесу») Гігієнічної класифікації.*

*Оцінка важкості праці здійснюється 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, і т.ін.

*При цьому спочатку встановлюється клас кожного із вимірюваних показників, а кінцева оцінка важкості праці встановлюється за показником, який має найвищий ступінь важкості.*

*При наявності двох і більше показників класу 3.1 та 3.2 умови праці за важкістю трудового процесу оцінюються на один ступінь вище (клас 3.2 та 3.3 відповідно). За даним критерієм найвищий ступінь важкості - клас 3.3.*

*Оцінка напруженості праці здійснюється на підставі обліку всіх наявних 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 встановлюється 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, напруженість трудового процесу оцінюється на один ступінь вище, тобто клас 3.2 та 3.3 відповідно.*

12.6. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при аероіонізації повітря робочої зони

*Гігієнічна оцінка умов праці при аеронізації 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 приведені нижче у таблиці 12.8.*

Таблиця 12.8 - Класи умов праці за наявності змін аероіонного складу повітря\*

Фактор виробничого середовища – легкі аероіони	Класи умов праці						
	Оптимальний	Допустимий		Шкідливий			
	1	2 мін необхідний	2 мах допустимий	3.1	3.2	3.3	3.4
позитивні (n+)	1500-3000	400	50000	<400 >50000			
негативні (n-)	3000-5000	600	50000	<600 >50000			

\* «Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений» № 2152-80.

Виміри рівня аероіонізації повітря проводяться 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.

Оцінку фактора зміни аероіонного складу повітря робочої зони здійснюють відповідно до «Санитарно-гигиенических норм допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных зданий» №2152-80. При перевищенні максимальної і (або) неотримання мінімально необхідної кількості іонів в повітрі робочої зони і показника полярності іонів, умови праці за цим фактором відносять до класу 3.1 згідно з таблицею 4.11.9 Гігієнічної класифікація (див. табл. 12.8).

#### 12.7. Загальна гігієнічна оцінка умов праці

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

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

При дії шкідливих виробничих факторів віднесення умов праці до відповідного класу визначається з врахуванням часу їх дії протягом зміни. Для факторів, що не мають регламентованих нормативів з врахуванням часу їх дії, дозволяється визначення класу умов праці за рівнями на постійному робочому місці. Для віднесення умов праці до 3 класу час дії фактора повинен бути не менше 50% часу зміни. При віднесенні умов праці до 4 класу час дії шкідливого фактора не враховується.

При епізодичній дії шкідливого фактора його облік та оцінка умов праці,



залежно від мети атестації, виконується за погодженням з територіальним органом санепіднагляду.

Оцінка умов праці з врахуванням комбінованої та сполучної дії виробничих факторів виконується наступним чином.

На підставі результатів вимірів оцінюються умови праці для окремих факторів відповідно до розділів 4.1- 4.9 Гігієнічної класифікації, де враховані ефекти сумування та потенціювання при комбінованій дії хімічних речовин, біологічних факторів, електромагнітних випромінювань різних частотних діапазонів та інших шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу.

Результати оцінки дії цих шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу заносять до таблиці 4.12 Гігієнічної класифікації, яка наведена нижче (табл. 12.9).

Таблиця 12.9 - 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							
Напруженість 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, віднесених до класу 3.1, загальна оцінка умов праці відповідає класу 3.2;
- при поєднанні двох і більше шкідливих факторів класів 3.2, 3.3, 3.4 умови праці оцінюються на один ступінь вище.

При скороченні часу 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) при адміністративному контролі за їх застосуванням (включення до технологічного регламенту, правил внутрішнього розпорядку з використанням заходів заохочування до їх застосування та/або використання адміністративного покарання порушників).

Застосування ефективних при наявності сертифіката відповідності) ЗІЗ зменшує рівень професійного ризику ушкодження здоров'я, але не змінює клас умов праці робітника.

Лекція 13. Паспортизація виробництв та атестація робочих місць за умовами праці

### 13.1 Паспортизація санітарно-технічного стану виробництв

*Паспортизація санітарно-технічного стану виробництв включає в себе перевірку відповідності умов праці на робочих місцях існуючим санітарно-гігієнічним вимогам та вимогам безпеки і передбачає інструментальні вимірювання параметрів шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища.*

При проведенні паспортизації санітарно-технічного стану виробництв визначаються:

- 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 і т. ін.);
- чисельність працівників зайнятих на важких фізичних, небезпечних та шкідливих для їх здоров'я роботах;
- небезпечні ділянки виробництв;
- технологічні операції та виробниче обладнання, що не відповідають вимогам безпеки праці;
- наявність засобів індивідуального захисту і т. ін.

Паспортизація проводиться щорічно під керівництвом служби охорони праці разом з представниками виробничих підрозділів підприємства.

### 13.2 Організація робіт по атестації робочих місць

*Для проведення атестації робочих місць за умовами праці 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.*

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 складаються карти умов праці, в яких фіксуються санітарно-гігієнічні умови праці, її важкість і напруженість. На підставі атестації визначаються шкідливі фактори виробничого середовища, які можуть вплинути на стан здоров'я працівників, а також їх нащадків, і призначаються 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 визначається розмір надбавки до заробітної плати.

*Атестація робочих місць за умовами праці проводиться згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 442 від 1.09.1992 р. про «Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці»*

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться на підприємствах і організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працюючих, 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.

Здійснюється атестація згідно з методичними рекомендаціями щодо проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджуваними Мінпраці та МОЗ.

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначається наказом по підприємству, організації в строки, що передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації покладається на керівника підприємства, організації.

Позачергова атестація робочих місць за умовами праці проводиться 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 проектні та науково-дослідницькі організації, технічні інспекції праці профспілок, інспекції Держгірпромнагляду.

### 13.3 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 віднесення 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;
- аналіз реалізації технічних та організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру і безпеки праці.

Санітарно-гігієнічні дослідження факторів виробничого середовища і трудового процесу проводяться санітарними лабораторіями підприємств і організацій, атестованих органами Держстандарту і МОЗ за списками, що узгоджуються з органами Державної експертизи умов праці, а також на договірній основі лабораторіями територіальних санітарноепідеміологічних станцій.

*Відомості про результати атестації робочих місць заносяться до карти умов праці, форма якої затверджена Мінпраці разом з МОЗ.*

Результати атестації використовуються 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 додаються до трудової книжки працівників, професії та посади яких внесено 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, покладається на органи Державної експертизи умов праці.*

#### 13.4 Загальні методичні підходи до вимірів та оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу

Лабораторії, які виконують всі заміри та оцінку 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 мають місце на робочому місці працівника.

Перелік нормативних та методичних документів щодо вимірів та оцінки шкідливих факторів виробничого середовища наведено в розділі 6 Гігієнічної класифікації.

Апаратура та прилади, які використовуються для вимірів, підлягають обов'язковій метрологічній повірці у встановленому порядку.

*Дані інструментальних вимірів оформлюються протоколом відповідно до вимог медичної документації чи протоколів, розроблених на її основі.*

*Гігієнічна оцінка умов праці проводиться відповідно до цих протоколів.*

#### Лекція 14. Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці

##### 14.1 Загальні положення

В разі підозри на наявність у працівника професійного захворювання (отруєння) складається санітарно-гігієнічна характеристика умов праці відповідно до нормативного документу про «Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці», затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 13.12.04 № 614 і розробленого на виконання постанови Кабінету Міністрів України від 25.08.04 № 1112 «Деякі питання розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і 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 проводиться 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-гігієнічна характеристика складається лікарем з гігієни праці закладу державної санітарно-епідеміологічної служби за місцезнаходженням підприємства, де працює хворий, на запит керівника лікувально-профілактичного закладу (ЛПЗ). У разі необхідності 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, що 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, що 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. Обстеження підприємства для складання інформаційної довідки, у разі необхідності, може проводитися за участю представника робочого органу дирекції ФССНВ.

*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).

*При виникненні 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 державних 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.*

*При зміні форм власності і видів діяльності підприємства документи (згідно з додатком 3 до нормативного документу про «Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці») надає його правонаступник.*

*Роботодавець (особа) несе відповідальність згідно з чинним законодавством за повноту та достовірність поданих документів.*

Документи згідно з додатком 3 до нормативного документу про «Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці» роботодавець (уповноважений ним орган), а в разі ліквідації підприємства його правонаступник (особа) узгоджує з робочим органом виконавчої дирекції ФССНВ, а також з профспілковою організацією підприємства.

*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 ФССНВ, профспілкової 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 за формою 315/0 у 3 примірниках. Перший примірник зберігається в закладі державної санітарно-епідеміологічної служби, другий – надсилається роботодавцю, у якого працює працівник, третій – робочому органу виконавчої дирекції ФССНВ. З актом ознайомлюють працівника, робоче місце якого обстежувалось, що засвідчується його підписом. У разі відмови працівника від підпису, акт підписується свідками. Термін зберігання акта в усіх зазначених організаціях – 45 років.*

*Заклад державної санітарно-епідеміологічної служби протягом 5 робочих днів після складання та підписання акта всіма членами комісії готує санітарно-гігієнічну характеристику згідно з додатком 4 нормативного документу «Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці».*

*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 примірниках: перший – зберігається в закладі державної санітарно-епідеміологічної служби, другий – надсилається до ЛПЗ, що робив запит, третій – робочому органу виконавчої дирекції ФССНВ, четвертий - роботодавцю підприємства, на якому працює (працював) працівник. Термін зберігання санітарно-гігієнічної характеристики в усіх зазначених закладах і підприємствах – 45 років.*

*Санітарно-гігієнічна характеристика може бути використана протягом 5 років, якщо умови праці працівника за цей час не змінились, що підтверджується довідкою роботодавця та відповідного закладу державної санітарно-епідеміологічної служби.*

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, відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від

15.10.02 №1544 «При затвердження переліку робіт і послуг у сфері забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, які виконуються і надаються за плату».

*У разі незгоди з санітарно-гігієнічною характеристикою заявник має право оскаржити її у вищому закладі державної санітарно-епідеміологічної служби або в судовому порядку.*

#### 14.2 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.

При складанні 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 при необхідності можливі продукти їх перетворення – окислення, деструкції, гідролізу тощо.

При 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 при термодеструкції.

Визначається характер дії хімічних факторів виробничого середовища – загально токсичний, подразнювальний, сенсibiliзуючий, алергенний, канцерогенний, гостроспрямований. При цьому слід зазначити шляхи їх проникнення в організм працюючого – 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 граничнодопустимі рівні. Для речовин, у разі їх надходження через шкіру, також дається оцінка їх дії при безпосередньому контакті 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.

**При 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 ( $\text{SiO}_2$ ) 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, транспортна-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.

**При дії електромагнітного неіонізуючого випромінювання** визначається, як і в попередніх випадках, в першу чергу, якісна характеристика даного 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, моно імпульсний, імпульсно періодичний), значення 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.

**При 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;
- при виконанні 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 блискості, зазначається наявність чи відсутність відбитої блискості).

Також визначаються фактичні рівні основних показників освітлення та їх відповідність діючим санітарним нормам.

### 14.3 Опис факторів трудового процесу.

При складанні санітарно-гігієнічної характеристики визначаються наступні показники важкості праці (зазначаються тільки професійно значущі показники).

**При фізичному динамічному навантаженні:**

- 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).

*При фізичному статичному навантаженні:*

- 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).

*При стереотипних робочих рухах:*

- 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).

*При підйманні та переміщенні вантажів вручну:*

- маса вантажу, що підіймається та переміщується вручну періодично, постійно (кг);

- сумарна маса вантажу, що переміщується протягом кожної години зміни (кг);

- підймання 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 позах (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).

*При складанні санітарно-гігієнічної характеристики визначаються наступні показники напруженості праці (азначаються тільки професійно значущі показники).*

*При інтелектуальних навантаженнях:*

- зміст роботи;

- сприймання інформації/сигналів;

- розподіл функцій за ступенем складності завдання;

- характер виконуваної роботи.

*При сенсорних навантаженнях:*

- 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.

*При емоційних навантаженнях:*

- 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 (сек.);
  - 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 (однорічна, дворічна, тримісна, нерегулярна змінність з роботою в нічний час);
  - наявність регламентованих перерв та їх тривалість.

#### 14.4 Медико-санітарне забезпечення

При складанні санітарно-гігієнічної характеристики умов праці розглядаються також і питання медико-санітарного забезпечення на виробництві.

*Медичне забезпечення* – вказується назва ЛПЗ, який проводить попередні та періодичні медогляди працівників даного підприємства (закладу), його підпорядкованість. Надається перелік спеціальних лікувально-профілактичних заходів, які були потрібні та проводились щодо працівника за його професією.

*Медогляди працівників* – приводяться дані щодо проходження попередніх (при прийманні або переведенні 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.*

Лекція 15. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до промислових підприємств, виробничих приміщень

### 15.1 Загальні вимоги до розміщення та планування території підприємства

Згідно вимог СН 245-71(ДНАОП 0.03-3.01-71) «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» та ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» 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 шкідливостей та житловими чи громадськими будівлями, ширина якої залежить від класу підприємств, виробництв і об'єктів (табл. 11.1). 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.11.1 - 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 до 3000 м.

Наприклад, до першого класу відносяться потужні виробництва, пов'язані із виплавою 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.

## 15.2 Планування території промислових підприємств

*Планування території промислових підприємств здійснюється у відповідності до санітарно-гігієнічних вимог та вимог безпеки праці і пожежної безпеки.* В 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 багатопверховими. 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 вибухопожонебезпеки, 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. В 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 не питну 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.

### 15.3 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 СН 245-71 (ДНАОП 0.03-3.01-71) «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» висота виробничих приміщень повинна бути не менше 3,2 м, об'єм не менше 15 м<sup>3</sup> і площа не менше 4,5 м<sup>2</sup> 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: площі - 6 м<sup>2</sup> і об'єму - 20 м<sup>3</sup>).

Приміщення чи ділянки виробництв 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 виконанні 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 пиłosосів 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 чи вбудов 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 вимог СНиП 2.09.04-87 має бути не меншою ніж 4м<sup>2</sup> на одне робоче місце у кімнаті управліннь і 6 м<sup>2</sup> - у конструкторських бюро ; 0,9 м<sup>2</sup> на одне місце в залі нарад; 0,27 м<sup>2</sup> на одного співробітника у вестибюлях та гардеробних.

До групи санітарно-побутових приміщень відносяться: 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.

В гардеробних приміщеннях для зберігання одягу мають бути шафи розмірами: висота 1650 мм, ширина 250...400 мм, глибина 300 мм. Кількість шаф має відповідати списковій кількості працівників.

#### 15.4 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 заспокоююче, інші – подразнюючі, збуджуючі.

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 прискорюючи її загальну втому на роботі. Холодні кольори (зелений, блакитний, синій) заспокоюють і зменшують зорову втому, позитивно впливають на настрій, при їх 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 з СН 181-70 «Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий». Так, при роботі, що вимагає зосередженості, рекомендується вибирати неясні, мало контрастні відтінки, які не розсіювали б увагу, а при роботі, що вимагає 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.

## Список джерел

1. Виробнича санітарія: Навч. посіб./Ткачук К. Н., Каштанов С. Ф. Зацарний В. В., Ткачук К. К. - К.: НТУУ«КПІ», 2009. - 323 с.
- 2.Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В. В. та інші. Основи охорони праці: Підручник. – Київ: Основа, 2006. – 444 с.
3. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: Підручник. – Київ: Каравела, 2006. – 392 с.
4. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: Навчальний посібник.-Київ: Основа, 2003.- 151 с.
5. Алексеев С. В., Усенко В. Р. Гигиена труда. - М.:Медицина, 1988. - 576 с.
6. Трахтенберг І. М., Коршун М. М., Чебанова О. В. Гігієна праці та виробнича санітарія. - К.: 1997. - 464 с.
7. Зеркалов Д. В. Основи охорони праці. Навч. посібник. - К.: Наук, світ, 2000. - 278 с. - с. 276-278.
8. Козлов В. Ф. Справочник по радиационной безопасности.-3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 192 с.
9. Машкович В. П. Защита от ионизирующих излучений: Справочник.- 3-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1982. - 276 с.
10. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Постанова Верховної Ради України від 24 лютого 1994 р.
11. Справочник по охране труда на промышленном предприятии/ К. Н. Ткачук, Д. Ф. Иванчук и др. - К.: Техника, 1991. -285 с.
12. ДСТУ 2293-93 ССБП «Охорона праці. Терміни та визначення»
13. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
14. ГОСТ 12.1.001-89. ССБТ. «Ультразвук. Общие требования безопасности».
15. ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах».
16. ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ. «Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
17. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
18. ГОСТ 12.4.024-76 ССБТ. «Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования».
19. ГОСТ 12.4.002-74 ССБТ. «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования».
20. ГОСТ 12.4.016-87 ССБТ. «Одежда специальная. Номенклатура показателей качества».
21. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості на небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». № 528 - 2001.
22. «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе

рабочей зоны». №4617-88.

23. Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и материалами». № 1742-77.

24. «Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)». № 5802-91.

25. «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров». №5804-91.

26. «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях». №4557-88.

27. СН 245-71 «Санитарные нормы планирования промышленных предприятий».

28. СН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих і громадських приміщень».

29. ДБН В 2.5-28-2006 «Державні будівельні норми. Норми проектування. Природне та штучне освітлення».

30. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

31. «Методические рекомендации. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания». МУ № 5168-90.

31. НРБУ-97 «Норми радіаційної безпеки України».

32. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

33. ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

34. ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій».

35. ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

36. «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань». № 239-96.

37. «Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів». № 476-2002.

38. «Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці». № 614-2004.

39. «Інструкція про застосування переліку професійних захворювань». № 374/68/338-2000.

40. «Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці». № 442-92.

41. «Перелік робіт з підвищеною небезпекою». № 232/10512-92.

42. Каталог вітчизняних засобів індивідуального захисту працівників/Під загальною редакцією М.О. Лисюка.- Дніпропетровськ.: видавництво „Зоря”, 2004.- 167 с.



*Навчальне видання*

**ЗАІЧЕНКО** Віктор Іванович

КУРС ЛЕКЦІЙ

з навчальної дисципліни

**«ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ»**

*(для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму  
підготовки 6.170202 «Охорона праці»)*

Відповідальний за випуск *Н. В. Хворост*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання

План 2012, поз. 89Л

---

Підп. до друку 20.11.2012 р.  
Друк на ризографі.  
Тираж 50 пр.

Формат 60×84/16  
Ум. друк. арк. 9, 53  
Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.